

La démarche participative du projet Dow : une étude de cas

Par

Kamilia REMILA

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
COMME EXIGENCE PARTIELLE À L'OBTENTION DE LA MAÎTRISE
AVEC MÉMOIRE EN GÉNIE DE LA CONSTRUCTION
M.SC. A

MONTREAL, LE 10 JANVIER 2023

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Kamilia Remila, 2022



Cette licence [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) signifie qu'il est permis de diffuser, d'imprimer ou de sauvegarder sur un autre support une partie ou la totalité de cette œuvre à condition de mentionner l'auteur, que ces utilisations soient faites à des fins non commerciales et que le contenu de l'œuvre n'ait pas été modifié.

PRÉSENTATION DU JURY

CE MÉMOIRE A ÉTÉ ÉVALUÉ

PAR UN JURY COMPOSÉ DE :

M. Daniel Forgues, directeur de mémoire
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Érik Poirier codirecteur de mémoire
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

Mme Christiane Papineau, présidente du jury
Département du génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Gabriel Lefebvre, membre du jury
Département du génie de la construction à l'École de technologie supérieure

ELLE A FAIT L'OBJET D'UNE SOUTENANCE DEVANT JURY ET PUBLIC

LE 20 DÉCEMBRE 2022

À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon directeur et à mon co-directeur de mémoire, professeur Daniel Forgues et professeur Érik Poirier pour leur soutien tout au long de la rédaction de mon mémoire. Merci pour votre patience, vos conseils, pour le temps que vous avez accordé au suivi de ce travail et aux connaissances que vous m'avez transmises.

Ensuite, je remercie les membres du jury qui m'ont accordé leur précieux temps pour évaluer ce mémoire. Je remercie également tous les membres du Groupe de Recherche en Intégration et Développement Durable (GRIDD), spécialement Emmanuelle et Hafsa pour leurs conseils, leur gentillesse et leur disponibilité pour répondre à mes questions. Merci aux interviewés qui se sont prêtés aux entrevues et au questionnaire.

Finalement, je suis profondément reconnaissante envers ma famille et mes amis pour leur soutien et leur encouragement. À mes chers parents, merci pour votre soutien, vos sacrifices et vos encouragements, sans vous l'expérience ÉTS n'aurait jamais pu être possible.

La définition du projet participative : une étude de cas sur le complexe Dow

Kamilia REMILA

RÉSUMÉ

La définition du projet est la toute première phase d'un projet de construction. Il s'agit d'un processus visant à déterminer et à recueillir les besoins, les souhaits et les attentes du client pour un ouvrage. En d'autres termes, la définition d'un projet conduit à énoncer le problème architectural et les exigences à satisfaire. Elle est considérée comme l'une des principales contributrices à la valeur dans le cycle de vie du projet. En effet, de nombreuses caractéristiques d'un projet sont désignées à cette étape.

Beaucoup de problèmes liés aux projets de construction sont attribués à l'inefficacité de cette phase. L'une des principales causes avancées est la faible implication des utilisateurs. En outre, dans une démarche traditionnelle de définition d'un projet, les besoins ou les exigences du client sont déterminés avant le développement de la conception. Cette approche était adéquate à une époque où la plupart des institutions étaient plus simples et lentes à changer. Cela permettait aux architectes de comprendre intuitivement ce dont ils avaient besoin. Elle est devenue obsolète à mesure que les projets se sont complexifiés. Des approches participatives, dans lesquelles l'ensemble des usagers sont impliqués, sont proposées pour pallier ces problèmes. Toutefois, la littérature informe peu sur l'apport de ces approches à la définition du projet par rapport à l'approche traditionnelle. Ainsi, notre recherche s'applique à apporter un éclairage sur cet aspect.

Notre méthodologie de recherche s'appuie sur deux études de cas exploratoires : le premier cas est réalisé selon une approche traditionnelle, tandis que le second est réalisé avec une approche participative, suivi d'une étude de cas approfondie dont la définition de projet est réalisée selon les deux approches. Cette recherche permet alors d'identifier les écarts entre la définition traditionnelle et participative d'un projet, et ce notamment au niveau des enjeux des programmes complexes et évolutifs. Ensuite, elle identifie les barrières de l'application de cette approche en les comparant aux deux études de cas exploratoires.

Connaissant ces écarts et ces barrières, les professionnels qui entreprendront l'application de l'approche participative ; auront une meilleure connaissance de la valeur ajoutée de celle-ci et pourront anticiper les barrières susceptibles d'être rencontrées lors de son utilisation.

Mots-clés : Définition du projet, Valeur, Utilisateur, Lean, Besoins, Exigences.

Participatif design “a case study”

Kamilia REMILA

ABSTRACT

Project definition is the first phase of a construction project. It is a process of determining and collecting the client's needs, desires and expectations for a structure. In other words, the definition of a project leads to the statement of the architectural problem and the requirements to be met. It is considered one of the main contributors to value in the project life cycle. Indeed, many of the characteristics of a project are identified at this stage.

Many of the problems associated with construction projects are attributed to the inefficiency of this phase. One of the main causes is the low involvement of the users. In addition, in a traditional approach to project definition, the client's needs or requirements are determined prior to design development. This approach was adequate at a time when most institutions were simpler and slow to change. It allowed architects to intuitively understand what they needed. It has become obsolete as projects have become more complex. Participatory approaches, in which all users are involved, are proposed to address these problems. However, the literature provides little information on the contribution of these approaches to project definition compared to the traditional approach. Thus, our research aims to shed light on this aspect.

Our research methodology is based on two exploratory case studies: the first case is carried out using a traditional approach, while the second is carried out using a participatory approach, followed by an in-depth case study in which the project definition is carried out using both approaches. This research allows us to identify the differences between the traditional and participatory definitions of a project, particularly in terms of the challenges of complex and evolving programs. It then identifies the barriers to the application of this approach by comparing them to the two exploratory case studies.

Knowing these gaps and barriers, professionals who undertake the application of the participatory approach will have a better understanding of its added value and will be able to anticipate the barriers likely to be encountered during its use.

Keywords: Project definition, value, user, Lean, needs, requirements.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	4
CHAPITRE 1 REVUE DE LA LITTÉRATURE	11
1.1 Le concept de valeur dans les projets de construction.....	12
1.1.1 Comment générer de la valeur dans les projets de construction.....	Erreur !
Signet non défini.	
1.2 Définition du projet.....	15
1.3 Les différentes solutions proposées par la littérature.....	25
CHAPITRE 2 CAS DOCUMENTÉS	39
2.1 Le Lean Healthcare	39
2.2 Le Lean Led Design.....	40
2.3 Cas documentés sur Lean Led Design au niveau du nouveau complexe hospitalier de la ville de Québec.....	42
2.3.1 Principes de mise en œuvre du Lean Led Design dans le nouveau complexe hospitalier	43
2.3.2 Facteurs de succès et d'entrave de la conception participative.....	45
2.3.3 DISCUSSION	47
CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE.....	48
3.1 Stratégie de recherche	49
3.2 Identification des études de cas.....	51
3.3 Collecte de donnée.....	54
3.3.1 La revue de la documentation	54
3.3.2 Entrevues semi-dirigées	55
3.3.3 Questionnaire	56
3.3.4 Observation en milieu professionnel	57
3.4 Analyse des données	58
CHAPITRE 4 RÉSULTATS	61
4.1 Étude de cas Exploratoires.....	61
4.1.1 Interprétation des résultats de l'étude de cas du laboratoire « Lacime »	61
4.1.2 Interprétation des résultats de l'étude de cas de « HEC ».....	63
4.2 Étude de cas approfondi « complexe Dow »	65
4.2.1 Cheminement du projet « DOW »	65
4.2.2 Préparation du programme fonctionnel du complexe « Dow » selon l'approche traditionnelle.....	67
4.2.3 Déroulement du processus de définition du projet suivant l'approche de conception participative	69
4.2.3.1 Déroulement du Kaizen 1 : Consolidation de la Vision.....	70

4.2.3.2	Déroulement du Kaizen 2	72
4.2.3.3	Déroulement du Kaizen 3 Modèles fonctionnels du pavillon A.....	72
4.2.3.4	Ateliers de préparation du Kaizen 3.....	74
4.3	Interprétation des résultats	75
4.3.1	Des exigences dynamiques et évolutives dans les projets complexes	75
4.3.2	L'implication de l'utilisateur final.....	76
4.3.3	Le mode d'approvisionnement, les contraintes budgétaires et le temps	78
4.3.4	Le Lean dans le milieu universitaire.....	80
4.3.4.1	Définition des flux et les gaspillages	80
4.3.4.2	Définition du client	82
4.3.4.3	Adhésion de la haute direction.....	83
4.3.5	Enjeux et barrières du Lean Led Design dans le complexe Dow	84
4.3.5.1	Priorités et contraintes mal définies.....	84
4.3.5.2	Participation excessive des utilisateurs.....	84
4.3.5.3	Absence d'un langage commun	85
4.3.5.4	Acteurs dominants	86
DISCUSSION	89
CONCLUSION	92
ANNEXE I	Entrevue 1	95
ANNEXE II	Entrevue 2	99
ANNEXE III	Entrevue 3	103
ANNEXE IV	Questionnaire	105
BIBLIOGRAPHIE	107

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1.1	Sommaire des limites de la pratique conventionnelle de définition du projet tiré de (Tzortzopoulos, et al., 2020).....20
Tableau 1.2	Différence entre briefing traditionnel vs briefing itératif25
Tableau 1.3	Sommaire et caractéristiques des approches proposées dans la littérature37
Tableau 2.1	Exemples des huit déchets qui affectent les secteurs de la construction et des soins de santé de la santé Tirés de Grunden & Hagood, (2012)41
Tableau 2.2	Les outils Lean et leurs objectifs Tiré de Forgues et al., (2018).....42
Tableau 2.3	Profils des interviewés et la durée des entrevues.....55
Tableau 3.1	Liste des documents passés en revue54
Tableau 3.2	Listes des ateliers réalisés57
Tableau 4.1	Différentes activités Lean lors de la définition du projet Dow70
Tableau 4.2	Écart des exigences des utilisateurs entre la conception participative et conventionnelle78
Tableau 4.3	Listes des modifications, des coûts et délais supplémentaires à apporter au projet « Lacime »79
Tableau 4.4	Exemples des gaspillages observés dans le pavillon A80
Tableau 4.5	Écart entre les superficies du plan fonctionnel et les besoins actuels.....82

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1.1 Définitions de la valeur Adaptés de (Fronczek-Munter, 2016)	13
Figure 1.2 Cinq principes pour générer de de valeur Proposée par Koskela (2000)	15
Figure 1.3 Processus général de briefing Adapté de Kamara et al., (1999)	16
Figure 1.4 Système de livraison de projet Lean (LPDS) tirée de Ballard (2006)	19
Figure 1.5 Définition de projet dans le système de livraison de projet Tirée de Ballard et Zabelle (2000).	19
Figure 1.6 « Heartbeat », le processus de réalisation des projets à Stanford Tirée de Kiviniemi & Fischer (2004).	22
Figure 1.7 Modèle d'écart utilisateurs-besoins de Zeisel (1984) Cité par (Chbaly, 2021)	24
Figure 1.8 Cadre pour comprendre l'ingénierie simultanée Adapté de Brooks et Backhouse (1998).	28
Figure 1.9 Approche de conception SDB versus conception traditionnelle (Set-Based Design - Scaled Agile Framework, 2021).	30
Figure 1.10 Processus de prise de décision Lean Tirée d'Arroyo & Long (2018)	31
Figure 1.11 Les dix sections de la boîte à outils AEDET Tirées de NHSScotland Instructions (2016)	35
Figure 2.1 Étapes de mise en œuvre du Lean Led Design inspiré du NCH Tirée de Chbaly & Brunet, (2022)	43
Figure 2.2 Facteurs d'entrave du Lean Led Design Tirée de Chbaly, (2021)	46
Figure 2.3 Facteurs de succès du Lean Led Design Tirée Chbaly, (2021)	47
Figure 2.4 Les profils impliqués durant la phase de définition du projet	55

Figure 3.1	Schéma de la méthodologie de recherche.....	49
Figure 3.2	Critère de choix entre l'étude de cas unique et de cas multiples Adaptée Lariviere et al. (2020)	50
Figure 3.3	Processus de conception du laboratoire « LACIME »	51
Figure 3.4	Modèle 3D du futur édifice de HEC au centre-ville	52
Figure 4.1	Carte conceptuelle illustrant l'adoption de l'approche traditionnelle dans le laboratoire « Lacime »	62
Figure 4.2	Carte conceptuelle illustrant l'implantation d'une conception participative dans le cas du HEC.	64
Figure 4.3	Cheminement d'un projet majeur d'infrastructure publique Tiré de Directive sur La Gestion des Projets majeurs d'infrastructure publique (2019)	66
Figure 4.4	Cartographie du processus de programmation du complexe « Dow » suivant l'approche traditionnelle.....	68
Figure 4.5	Model fonctionnel établi durant le Kaizen 3.....	73
Figure 4.6	Écart entre les besoins en surface indiqués dans le PF et les besoins en surface actuelle.....	74
Figure 4.7	Exemple de liste des équipements potentiels à la mutualisation	81
Figure 4.8	carte conceptuelle des enjeux de l'adoption de l'approche conventionnelle et participative dans le Dow	88

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

CBA	Choosing by advantages
CRPM	Client requirement process model
DQI	Design quality indicator
DAI	Dossier d'affaire et d'innovation
EBD	Evidence based design
ÉTS	École de technologie supérieure
HC3	Hydrologie climat et changements climatiques
HEC	Hautes études commerciales
LabE-PV	Laboratoire de développement d'Enceinte de Production végétale
LPDS	Lean project delivery system
NCH	Nouveau complexe hospitalier
PCI	Processus de conception intégré
QFD	Quality function deployment
SQI	Société québécoise des infrastructures
SBD	Set based design
STEPPE	Station Expérimentale des Procédés Pilotes en Environnement
TFV	Transformation flux Valeur
TVD	Target value delivery
VSM	Value stream mapping

INTRODUCTION

Plusieurs rapports publiés au cours de ces vingt dernières années exposent la faible performance de l'industrie de la construction et recommandent des changements majeurs dans le processus de gestion de projets de construction. Par exemple, le rapport 'Constructing the Team' de Latham (1994) met en exergue les défis auxquels cette industrie est confrontée : les projets sont considérés comme imprévisibles en matière de coûts et de délais, et ne correspondent pas aux attentes des clients, ce qui conduit à leur insatisfaction et à une perte de valeur (Barrett et Stanley, 1999). Ce point est soutenu par Fisher et Kiveniemi (2004) qui affirment que dans de nombreux projets, il manque certaines propriétés que les utilisateurs finaux auraient pu préférer. Le terminal 5 d'Heathrow en est une bonne illustration. Ce projet de construction européen complexe a connu, lors de son ouverture en 2008, de multiples problèmes entraînant l'annulation de vols et la perte de bagages de passagers (Karim, Demian, et Anumba., 2014).

Ces problèmes sont en partie imputables à l'inefficacité de la définition du projet (Pikas et al., 2018 ; Whelton et Ballard, 2002). Celle-ci correspond aux premières phases d'un projet de construction, et vise à déterminer et à recueillir les besoins, les souhaits et les attentes du client pour un ouvrage. En d'autres termes, elle conduit à l'énoncé du problème architectural et des exigences à satisfaire (Jallow et al., 2010). Des auteurs estiment que cette étape est largement ignorée, et surtout sous-estimée en tant que principale contributrice à la valeur dans le cycle de vie du projet (Kagioglou, 2000 ; Austin et al., 1999).

Des auteurs tels que Barret et Stanley (1999) attribuent ces inefficacités au manque d'implication du client et à une mauvaise conceptualisation de l'étape de définition de projet. Winch et al. (1998) soutiennent ce point en affirmant que l'approche de conception traditionnelle est intrinsèquement fragmentée et orientée vers les besoins techniques du projet plutôt que vers le client. Kiviniemi et Fischer (2004) affirment que les exigences des clients et leurs modifications ne sont pas bien documentées. Par conséquent, de nombreux écarts sont perçus, notamment entre les attentes (besoins) des clients, et la perception et la traduction de

ces attentes en spécifications de qualité de service par l'équipe de conception. Concrètement, dans l'approche traditionnelle, seuls les concepteurs sont mobilisés pour définir un projet. Or ces derniers sont mal équipés pour comprendre et gérer les exigences des clients (Brunet et al., 2021 ; Forgues, 2006), et sur la façon dont les utilisateurs finaux utilisent les ouvrages (Caixeta et al., 2013). Ceci est d'autant plus vrai que les ouvrages deviennent de plus en plus compliqués et difficiles à comprendre (Forgues, 2005; Hershberger, 2015b). Cette approche obsolète conduit alors les concepteurs à s'appuyer sur des besoins esthétiques et des aspects techniques du projet, plutôt que sur les besoins du client (Kamara et a., 2002).

La réalisation d'un bâtiment universitaire ne déroge pas à cette règle : une mauvaise définition du projet conduit à des bâtiments non fonctionnels, ce qui nuit aux conditions d'études et de travail (Regjeringen, 2015 ; Spiten et al., 2016). La définition d'un projet d'établissements d'enseignement supérieur est assimilable à celle d'un projet d'établissement de santé. Dans les deux cas, il existe des groupes d'utilisateurs différents avec des besoins spécifiques :

- ✓ Le premier concerne le personnel d'enseignement, de recherche, administratif, d'entretien, etc., mais aussi des apprenants tels que les étudiants, ou encore des professionnels venant se former dans le cadre de formations courtes ;
- ✓ Le second concerne le personnel médical, administratif, d'entretien, etc., mais aussi les patients qui viennent se faire soigner, ou encore les visiteurs ;

Au-delà, chaque grand groupe d'utilisateurs peut être réparti en sous-groupes avec des usages différents. Par exemple, dans le cas d'un établissement d'enseignement, tous les étudiants n'ont pas la même spécialité, et donc les mêmes besoins en matière d'installations : des étudiants en génie de la construction ont besoin de laboratoires pour manipuler les matériaux, tandis que les étudiants en génie logiciel ont besoin de salles informatiques équipées de machines performantes permettant d'utiliser des logiciels précis. En conclusion, un bâtiment universitaire est un écosystème dans lequel évoluent des groupes d'utilisateurs différents, et pour lequel diverses installations aux objectifs différents sont prévues (Kärnä et al., 2013). Et puisqu'il s'agit d'un écosystème, au-delà de l'adaptabilité technique intrinsèque aux spécialités, il y a également un besoin d'adaptabilité temporelle. En effet, les activités qui s'y déroulent, les technologies et le paysage d'apprentissage évoluent rapidement (Spiten et al.,

2016). Les installations doivent alors être dynamiques et s'adapter à ces changements. Les professionnels de la conception doivent comprendre ces écosystèmes afin de proposer des solutions efficaces.

Dans cette optique, plusieurs recherches suggèrent l'abandon du mode de conception traditionnel au profit des approches basées sur l'implication des parties prenantes, notamment la participation des utilisateurs dès l'étape de définition du projet (Caixeta et al., 2013). C'est lors de cette étape que les premières opportunités de collaboration peuvent être explorées et établies, notamment autour de la capture des besoins du client et de leur transformation en exigences (Kagioglou et al, 2000 ; Kpamma et al., 2017). Ballard et Reiser, (2004) ainsi que Zimina et al, (2012) soutiennent que des bénéfices plus importants peuvent être obtenus si de grands efforts sont apportés aux premières étapes du projet. Ainsi, il est préférable de mobiliser les principaux acteurs en amont et de consacrer plus de temps et d'efforts à l'étape de préconception et de définition. Ce point est aussi soutenu par Latham (1994, p.3) qui affirme que « *les clients sont au cœur du processus et [que] l'industrie doit répondre à leurs besoins* ». Best et Valence (1999, p.139) ont quant à eux démontré les avantages d'un bon développement de concept, d'une bonne planification et d'une bonne préparation du dossier, ainsi que la capacité décroissante d'influencer le coût final à mesure que la construction avance. Ainsi la conception participative semble être une solution qui met l'utilisateur au centre du processus. Elle fait référence à un processus de conception dans lequel différentes parties prenantes sont impliquées, notamment l'utilisateur final qui joue un rôle actif dans la définition des exigences pour l'amélioration du processus de conception ou du résultat final du processus (Granath, Lindahl et Rehal, 1996 ; Kujala, 2003 ; Vink et al, 2006 ; Grunden et Hagood, 2012) cité par (Reijula et al., 2020).

Au Québec, la Société québécoise des Infrastructures (SQI) s'est engagée, depuis 2016, dans le déploiement du Processus de Conception Intégré (PCI) qui représente une forme de conception participative. Cette approche *est* conçue pour aider le client et les autres intervenants à rencontrer plus efficacement et avec une meilleure efficacité leurs buts et objectifs fonctionnels, environnementaux et économiques clairement définis et innovant », en

impliquant toutes les parties prenantes notamment les futurs occupants, principale caractéristique de cette approche (Forgues & Dionne, 2015). Pour autant, la participation de tous les intervenants d'un projet reste parfois limitée, comme l'analyse Jacques Lagacé : *« Parfois, certains professionnels pensent faire de la conception intégrée, mais ils n'en font pas réellement, car ils restent la plupart du temps dans les processus de coordination. Ainsi, chaque professionnel réalise leur travail individuellement. Dans ces cas, c'était plus de la coordination que de la conception intégrée, ce qui s'attribue beaucoup plus aux pratiques traditionnelles. »* Cité par (Forgues & Dionne, 2015).

D'autres approches participatives ont également été explorées, tel que le *Design dialogue*, en Suède (Eriksson, 2013), ou encore, les *équipes intégrées* dans l'industrie britannique (Forgues et Koskela, 2009). Aux États-Unis, le *Lean Led Design* a gagné en popularité. Dans cette approche, les utilisateurs jouent un rôle actif, puisqu'ils prennent part au processus dès le début de la définition du projet. Ils aident à analyser et à optimiser les flux des patients et des cliniciens, ce qui aide les professionnels de la conception à comprendre les besoins des utilisateurs et les futures activités associées au bâtiment. Dans le contexte québécois, l'utilisation de ces approches reste limitée, car il n'existe pas de cadre détaillé encourageant leur adoption. De plus, il existe peu de recherches traçant les enjeux de la conception traditionnelle et les comparant aux approches participatives et aux avantages qu'elles peuvent apporter.

C'est de ces constats ; qu'a émergé l'intérêt pour une étude de cas du projet de requalification du complexe Dow, lequel est situé au centre-ville de Montréal dans l'ancienne brasserie Dow. Ce projet viendra s'ajouter au campus de l'École de technologie supérieure ÉTS. Il représente une opportunité unique du fait que la définition du projet s'est faite selon les deux approches : traditionnelle et participative. L'École de technologie supérieure souhaite faire de ce projet un laboratoire vivant où de nombreuses innovations sont utilisées, telles que la conception participative. Ceci a pour visée, de changer le modèle d'affaire en matière d'approvisionnement du gouvernement québécois, afin d'augmenter la productivité, et la qualité des bâtiments, tout en réduisant leurs empreintes écologiques.

Dans cette optique, ce mémoire de recherche tente de répondre à la problématique suivante : **comment pallier les limites de la création de valeur pour le client dans les pratiques actuelles de définition du projet ?**

L'objectif principal de cette recherche vise à trouver des approches de conception centrées sur la création de valeur lors de la phase d'avant-projet. L'hypothèse est qu'une participation accrue et structurée de l'utilisateur final et une meilleure gestion des exigences fournissent plus de valeur pour les futurs occupants.

Les objectifs spécifiques sont :

1. Dériver de la littérature des principaux outils et méthodes liés à la participation des utilisateurs finaux centrés sur la création de valeur.
2. Identifier les écarts entre la phase de préparation du programme fonctionnel PF selon l'approche traditionnelle avec celle proposée par le GRIDD, entre autres, démontrer l'enjeu des programmes complexes et évolutifs.
3. Déterminer les facteurs ayant un impact sur la capture des exigences du client.
4. Faire des recommandations en se basant sur la démarche de l'équipe de HEC pour son nouveau bâtiment au centre-ville pour améliorer le processus en se basant sur les meilleures pratiques identifiées dans la littérature et sur le terrain au moyen d'études de cas.

Cette recherche est présentée à l'aide de quatre chapitres. **Le premier chapitre** reprend l'état de l'art sur la définition du projet, les enjeux d'une définition de projet traditionnelle et les solutions proposées pour y remédier telles que la conception participative, ses grands concepts et ses outils. **Le second chapitre** présente une étude de cas documentée sur l'utilisation du *Lean Led Design* dans le milieu hospitalier. Ce chapitre sert de base théorique pour notre étude de cas par l'identification des facteurs de succès et d'entraves d'une telle approche, les moyens et les étapes de mise en œuvre et les outils facilitateurs. **Le troisième chapitre** décrit la méthodologie nécessaire à la définition des objectifs de la recherche ; la justification des cas

choisis pour l'étude de cas ; les techniques de collecte de données ; les étapes pour atteindre la fiabilité et la validité de la recherche. **Le quatrième chapitre** constitue le corps du développement, autrement dit la présentation et l'analyse des résultats de la recherche. Il reprend notamment les principaux enjeux liés à la conception traditionnelle dans le cas du complexe Dow. Ensuite, ces résultats sont validés par l'analyse de l'étude de cas du laboratoire Lacime. Ensuite, ce chapitre présente les résultats de la conception participative, suivis des résultats des observations du nouvel édifice de HEC. Enfin, nous terminons par une discussion et une conclusion qui permettent d'effectuer une revue des forces, des faiblesses ainsi que les opportunités et recommandations de l'ensemble de la recherche.

CHAPITRE 1

REVUE DE LA LITTÉRATURE

La définition du projet, aussi appelée programmation aux États-Unis, a fait l'objet de plusieurs recherches (Durek, 1993; Barrett and Stanley, 1999; Kamara et Anumba, 2001). C'est un processus visant à rassembler et à déterminer les besoins, les souhaits et les attentes du client pour un bâtiment, ce qui conduit à l'énoncé du problème architectural et des exigences à satisfaire (PeñaetParshall, 2001). Selon Whelton et al, (2002) : 80 % des caractéristiques d'un produit sont désignées durant cette étape, elle est à la fois essentielle à la satisfaction et à la réussite des projets de construction. Plusieurs auteurs soutiennent qu'une programmation mal définie conduit à des processus chaotiques en aval (Fuentes et Smyth, 2016 ; Austin et al., 1999). Cela engendre une augmentation de coûts et des délais du projet, mais aussi des inefficacités à long terme pour le client en raison de bâtiments inadéquats qui ne répondent pas à leurs exigences, entraînant ainsi une perte de valeur pour le client (Yu et al., 2007).

Les littératures scientifique et technique s'accordent dans la conclusion que la définition du projet est inadaptée, dans la pratique traditionnelle (Barrett et Stanley, 1999 ; Kamara et Anumba, 2001). Les exigences et les alternatives sont peu spécifiées ou étudiées durant cette étape (Tzortzopoulos, Kagioglou, et al., 2020). Plusieurs chercheurs et praticiens proposent des solutions clés pour améliorer le processus de définition du projet et pour permettre l'alignement des solutions proposées aux attentes du client. Ces solutions comprennent : l'habilitation du client à prendre des décisions au sein de l'équipe, la gestion de la dynamique du projet, la participation des utilisateurs, les techniques d'information et de visualisation.

Dans ce chapitre, nous présentons d'abord les limites de la conception traditionnelle dans la création de la valeur et la gestion des exigences du client. Ensuite, nous définissons des concepts clés liés à la définition de projet. Enfin, nous analysons différentes approches ainsi que des outils proposés par la littérature pour soutenir la définition du projet et répondre aux limites de la conception traditionnelle.

1.1 Le concept de valeur dans les projets de construction

La valeur est l'objectif final d'un projet de construction. Bien que ce concept soit le sujet de nombreuses discussions scientifiques, son caractère abstrait et les particularités de chaque domaine de connaissance ont empêché l'obtention d'une définition consensuelle (Sánchez-Fernández & Iniesta-Bonillo, 2007 ; Woodall, 2003). Aujourd'hui, sa définition dépend de son domaine d'application et du contexte théorique (Drevland et Lohne, 2015).

Notre recherche s'inscrit dans le domaine de la construction. Dans ce domaine, la première tentative de définition de la valeur est liée aux écrits de Vitruve. Pasquire et Salvatierra-Garrido (2011), définissent la valeur comme une « dérivée des valeurs de Vitruve, *Solidité, commodité, utilité et beauté*, combinées à l'harmonie avec l'environnement, aux problèmes environnementaux et à la constructibilité ». Au-delà, la valeur est souvent exprimée en termes mathématiques (Store-Valen, 2016). Par exemple, Burt (1975) se réfère aux composantes de la valeur comme étant la qualité et le coût, tandis que Best et Valence (1999) font référence à la qualité, au coût et au temps, Shillitoe et De Marle (1992) définissent la valeur comme le besoin lié à la capacité de satisfaire divisé par le coût. (Kelly, 2007) :

$$\text{Valeur} = \text{besoin} * \text{capacité à satisfaire le besoin/coût} \quad (1.1)$$

Toutefois, la valeur peut être mieux comprise en tant que phénomène intersubjectif : bien que le but d'un projet soit de générer une valeur économique, la spécification et la livraison de valeur sont quant à elles régies par des valeurs sociologiques (principes, lignes directrices) (Rooke et al., 2010). Cela conduit à remettre au centre du questionnement l'utilisateur et le client. Womack et Jones (1996) considéraient que la valeur d'un bâtiment ne peut être définie que par l'utilisateur (Store-Valen, 2016). La valeur est alors exprimée différemment selon l'utilisateur : par exemple, pour une université, elle peut inclure une **combinaison de l'expérience** des étudiants et du corps enseignant, et **la flexibilité** pour permettre des changements dans les projets de recherche et les technologies (Mossman et al., 2010.). Elle doit s'appuyer sur le point de vue des utilisateurs finaux et identifier leurs critères et leurs

besoins, pour définir les intrants dans le processus (Ballard et Koskela, 1998 ; Tillmann et Miron, 2020 ; Tzortzopoulos et Formoso, 1999).

La figure 1.1 illustre les définitions liées au concept de valeur développées dans la thèse de Fronczek-Munter (2016). Bien que celle-ci se concentre principalement sur le concept de l'utilisabilité, elle reste intéressante, car elle englobe les trois principes vitruviens, et de nombreux autres domaines d'intérêt, liés à la valeur, représentés par des pétales de fleurs qui se chevauchent.

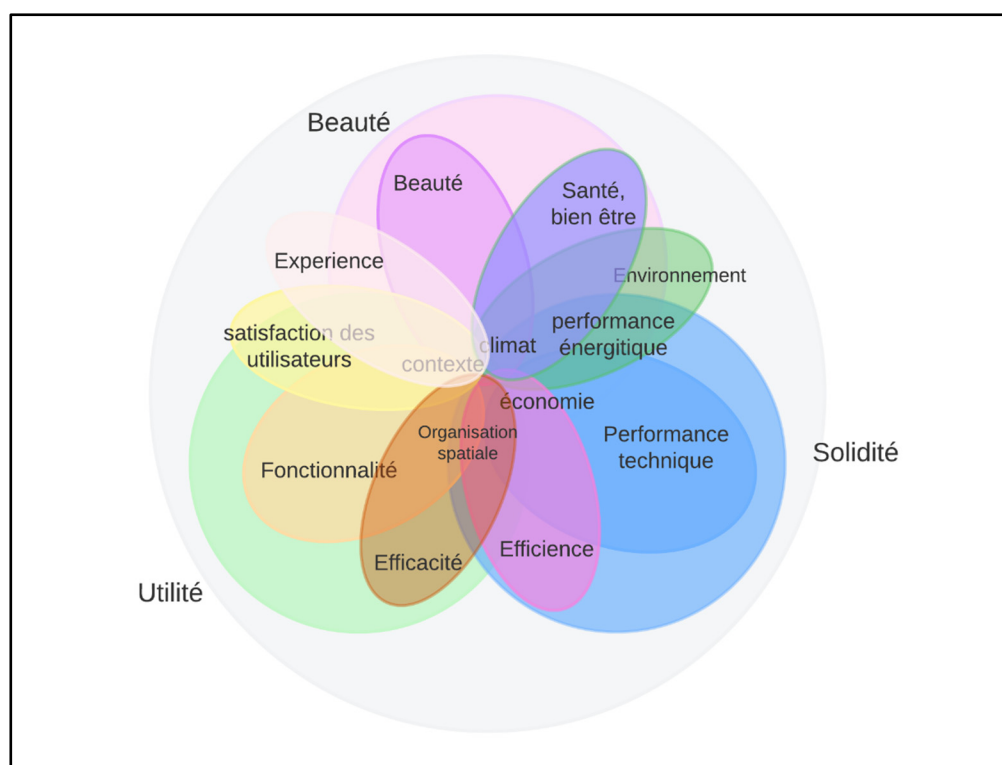


Figure 1. 1 Définitions de la valeur
Adaptée de Fronczek-Munter (2016)

1.1.1 Comment générer de la valeur dans les projets de construction

Générer de la valeur est considéré par Tillmann & Miron (2020) comme la capacité à fournir un environnement bâti adapté à l'objectif. En d'autres termes, l'ouvrage doit répondre à l'intention et tenir compte des besoins des multiples clients (parties prenantes) concernés, dans les limites des ressources (temps et argent) imposées par les circonstances du projet. C'est

pourquoi il est crucial d'établir des paramètres de valeur dès le début d'un projet. Ceci permet de réaliser une rencontre plus élevée des attentes du client et d'éviter de nombreuses reprises de conception plus tard dans le processus (Caixeta et al., 2013). Selon Kamara et al (1999), la première étape du processus de satisfaction du client, caractéristique principale de la valeur client (Miron et al., 2015), passe par la détermination précise de ses exigences. En outre, en tant que principale source d'information, les exigences du client doivent être présentées de manière à faciliter l'accès à l'information.

La littérature permet de mettre en évidence certains éléments essentiels à prendre en compte pour la génération de valeur (Miron et al., 2015) :

- ✓ Le contexte de chaque projet,
- ✓ L'identification claire du client et son implication dans le projet,
- ✓ Les exigences en matière d'information,
- ✓ La relation client-fournisseur,
- ✓ Les cycles d'évaluation et la gestion des connaissances,

De plus, la valeur est le premier principe de la pensée Lean (Salvatierra-Garrido et al., 2010), laquelle est fortement influencée par la vision de la génération de valeur du modèle de génération de valeur du flux de transformation (TFV) de Koskela (Musa, 2019). Le TFV s'appuie sur le modèle de Shewhart pour proposer cinq principes permettant de générer la valeur dans un projet de construction :

1. P1 –s'assurer que toutes les exigences du client, tant explicites qu'implicites, ont été saisies ;
2. P2 –s'assurer que les exigences pertinentes du client sont disponibles dans toutes les phases de la production et qu'elles ne sont pas perdues lors de leur transformation progressive en solutions de conception, en plans de production et en produits ;
3. P3 –s'assurer que les exigences du client ont une incidence sur tous les produits livrables pour tous les rôles du client ;
4. P4 –s'assurer de la capacité du système de production à fabriquer les produits selon les besoins ;

5. P5 –s'assurer par la mesure que la valeur est générée pour le système.
Ces cinq principes sont illustrés par la figure (1.2).

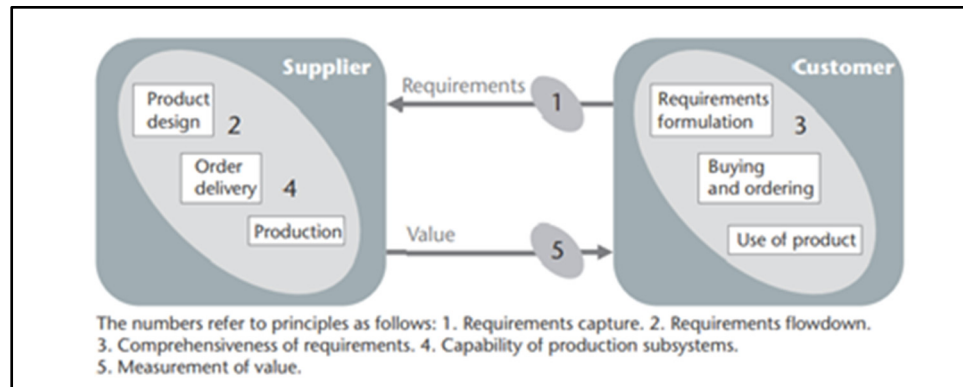


Figure 1. 2 Cinq principes pour générer de de valeur
Proposée par Koskela (2000)

1.2 Définition du projet

Koskela (2000) suggère que pour assurer les deux premiers principes, il est important que les exigences des utilisateurs soient pleinement prises en compte par les processus de programmation (Hicks et al., 2015). Cette étape du processus de conception impacte les performances et l'utilité de la conception finale et donc, la création de valeur pour le client (Emmitt et al., 2004). Concrètement, la définition du projet consiste à informer l'équipe de projet des intentions du client et à documenter les objectifs, les besoins et les exigences dans un programme (Yu et al., 2007). Les décisions prises au cours de cette étape donnent le ton, la portée et l'orientation du processus de conception. Ainsi, lorsque de mauvaises décisions y sont prises, cela complique la conception et, en fin de compte, la qualité du bâtiment (Kelly, 2007). La définition du projet précède la conception détaillée et peut être désignée de différentes façons, telles que : design briefing, *programming* aux USA, *front end loading*, ou encore *project definition* (Ballard, 2006).

La figure 1.3 illustre la relation entre le processus de définition du projet et les étapes du cycle de vie du projet. Les pratiques actuelles en matière de définition du projet s'inspirent de la

méthode traditionnelle, appelée aussi méthode conventionnelle d'approvisionnement. Celle-ci se caractérise par une fragmentation entre les différentes étapes (Kamara et al., 1999).

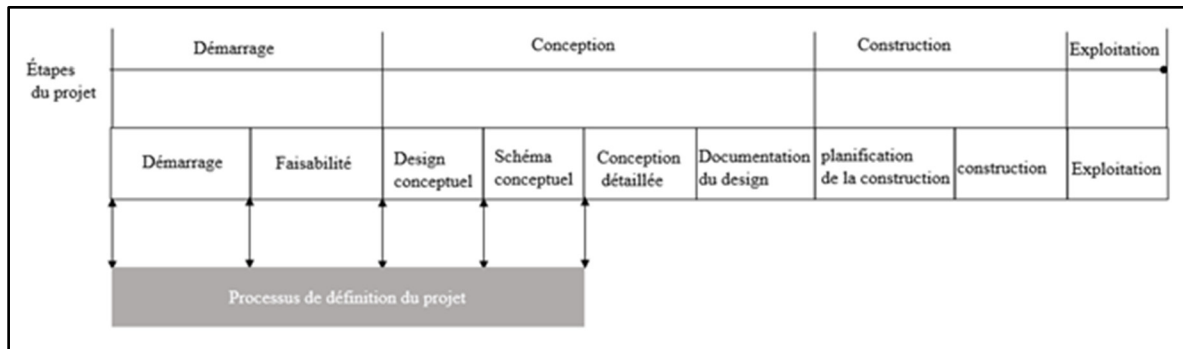


Figure 1. 3 Processus général de briefing
Adaptée de Kamara et al. (1999)

En résumé, les étapes qui correspondent à la définition du projet sont (Kamara et al., 1999) ;

1. Le **démarrage**, soit la préparation du schéma général des besoins, et la mise en place de l'organisation du client pour la définition du projet ;
2. La **faisabilité**, soit les études des besoins des utilisateurs, des conditions du site, de la planification, de la conception, des coûts, afin d'établir la faisabilité fonctionnelle, technique et financière du projet ;
3. Le **design conceptuel**, soit la conception de plans d'esquisse des alternatives proposées ;
4. Le **schéma conceptuel**, soit la décision sur une proposition particulière à partir d'un concept ou d'une conception. Il peut s'agir de la conception complète du projet par l'architecte (si le projet est un bâtiment), ou de la conception préliminaire par les ingénieurs et la préparation du plan de coûts.

Au Canada, le manuel de pratique de l'architecture propose quatre étapes d'un projet telles que : 1. démarrage ; 2. la planification ; 3. la réalisation ; 4. l'opération. La définition du projet correspond à l'étape de démarrage et de conception préliminaire :

- ✓ Les objectifs importants du projet sont articulés,

- ✓ Des études de faisabilité et de rentabilité sont faites,
- ✓ Une planification organisationnelle, un plan stratégique et un programme fonctionnel sont établis en un document statique.

Finalement, les exigences initiales du client sont générées et développées dans la phase de démarrage (Manuel Canadien de Pratique de l'Architecture, 2009). Cependant, ces exigences sont de nature dynamique et la granularité de l'information sur les exigences change à mesure que le projet avance (Jallow et al., 2014). Cet aspect évolutif des exigences est pris ou non en compte selon l'approche de définition de projet choisie :

1. L'approche statique (démarche traditionnelle) ;
2. L'approche dynamique.

□ L'approche traditionnelle

Les partisans de l'approche traditionnelle estiment que la définition de projet doit être statique. Avec cette approche, les exigences du client et toutes les autres informations pertinentes sur le projet sont établies, collectées, identifiées, convenues, fixées et finalement livrées sous la forme d'un document appelé programme fonctionnel, avant le développement de la conception (El. Reifi & Emmitt, 2013). Les partisans de cette approche estiment que cette phase doit être gelée au démarrage de la conception détaillée. Par conséquent, la définition du projet est fragmentée du reste du processus de conception (Yu et al., 2007).

Cette approche était adéquate à une époque où la plupart des institutions étaient simples et lentes à changer. Cette simplicité permettait aux architectes de comprendre intuitivement ce dont ils avaient besoin. Elle est devenue obsolète à mesure que les bâtiments devenaient plus compliqués et difficiles à comprendre (Forgues, 2006; Hershberger, 2015a). De plus, dans les projets d'envergure, le client peut être un client à plusieurs têtes, soit composé de plusieurs individus ayant des désirs et des souhaits différents (Potter, 1995 ; Yu et al., 2007). La diversité des clients nécessite plus de temps et d'effort à consacrer lors de la définition du projet, ce qui entre en inadéquation avec l'approche traditionnelle.

□ L'approche dynamique.

Les partisans de cette approche considèrent la définition de projet comme un processus itératif et dynamique qui évolue tout au long de la conception et de la construction (Ballard, 2000 ; Barrett et Stanley, 1999). Barrett et Stanley (1999) considéraient la définition du projet comme le processus qui se déroule tout au long du projet de construction. Ceci signifie que les exigences du client sont progressivement saisies et traduites en critère de conception (Yu et al., 2007). Barrett & Stanley (1999) ajoutaient qu'à mesure que le projet avance, la confiance du client augmente. Cette évolution implique que les connaissances et la sensibilité aux problèmes se façonnent progressivement. Ainsi, les exigences à un stade avancé du projet peuvent différer de celles identifiées initialement. La non-prise en compte de ces changements peut entraîner l'insatisfaction du client. En fait, l'identification de ces changements dans les exigences dépend de l'interaction continue avec le client tout au long du processus. Le processus de définition de projet doit aider le client à passer de l'incertitude à la certitude, de telle sorte que ses aspirations soient atteintes (Barrett & Stanley 1999).

Ballard, chercheur et praticien de la construction allégée a contribué à repenser la définition du projet en tant que phase intégrée dans un cadre revu de la réalisation de projets de construction qualifiés de Lean Project Delivery system (LPDS) (Ballard, 2006). Le LPDS illustré par la figure 1.4 comprend cinq phases interconnectées : 1. la définition du projet, 2. la conception Lean, 3. l'approvisionnement Lean, 4. l'assemblage Lean, 5. l'utilisation Lean.

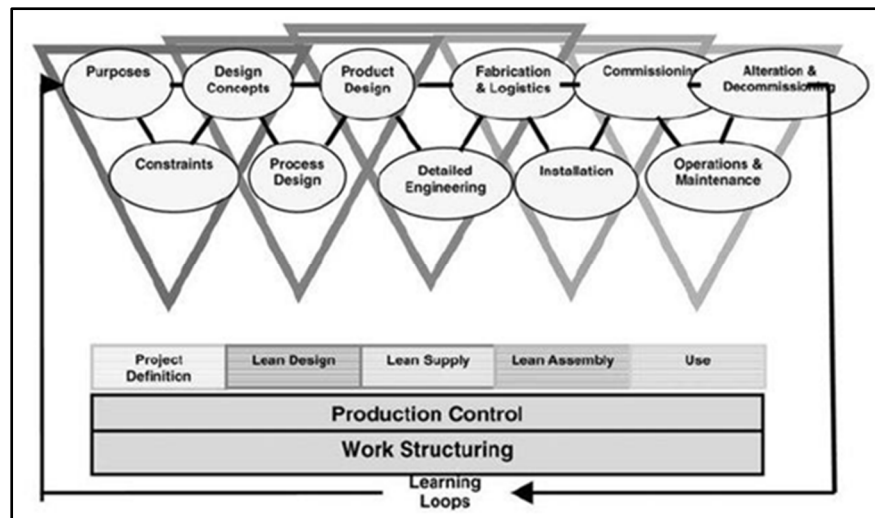


Figure 1. 4 Système de livraison de projet Lean (LPDS)
Tirée de Ballard (2006)

La définition du projet dans le LPDS, telle qu'illustrée par la figure 1.5, se compose de trois modules : 1. déterminer les exigences (besoins et valeurs des parties prenantes), 2. traduire ces exigences en critères pour la conception du produit et du processus, 3. générer des concepts de conception par rapport auxquels les exigences et les critères peuvent être testés et développés.

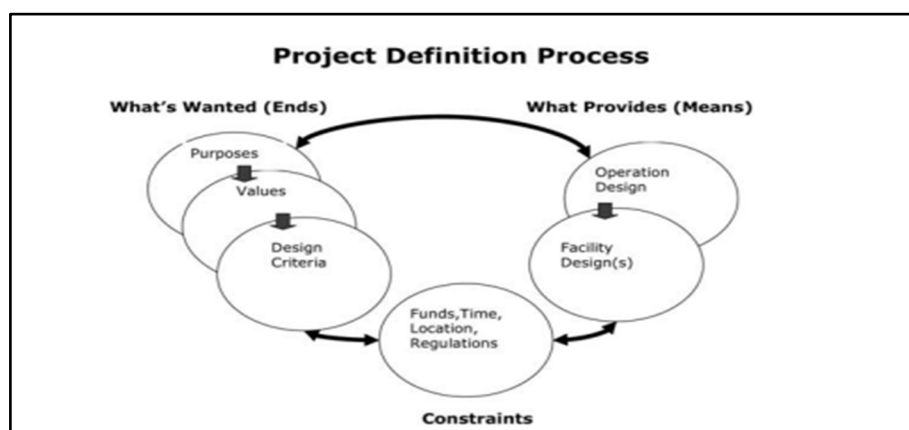


Figure 1. 5 Définition de projet dans le système de livraison de projet
Tirée de Ballard et Zabelle (2000)

Cette approche a évolué en introduisant, à la définition du projet, le concept de coût cible en plus des besoins, et valeurs des parties prenantes. Traditionnellement, les coûts sont déterminés par la conception du produit et du processus. Il en résulte des coûts supérieurs par rapport aux coûts que le client est prêt ou capable de supporter, ce qui nécessite une révision des conceptions et ainsi de suite. Ce cycle est un gaspillage et réduit la valeur escomptée par le client. Ainsi l'introduction du Target Value Delivery (TVD) fournit des moyens de fixer des objectifs de coût et de temps en accord avec les valeurs des parties prenantes et les concepts de conception (Ballard, 2006).

Jusqu'à présent, nous avons analysé que :

- ✓ La génération de la valeur escomptée requiert d'importants efforts de collaboration lors des phases initiales de la conception, et notamment par la programmation architecturale et une meilleure prise en compte des besoins et exigences du client ;
- ✓ le mode de conception le plus utilisé (mode traditionnel) est considéré comme peu performant dans les projets d'envergure, et en partie responsable du manque de productivité du secteur de la construction malgré l'émergence de nouvelles technologies et de logiciels sophistiqués (Nanda et al., 2016) ;
- ✓ Plusieurs chercheurs critiquent cette pratique, dont Pikas et al (2020) et Love et al (2008) qui affirment que ses limites sont le principal contributeur aux défaillances des ouvrages, ainsi qu'aux dépassements de temps et de coûts des projets.

Maintenant, nous identifions plus précisément les limites de la pratique traditionnelle. Pour cela, nous suivons la structure proposée par Tzortzopoulos et al (2020) qui répartissent ces limites en trois thèmes : i) Exigences et valeur ; ii) Collaboration et compréhension commune ; iii) Processus. Le tableau 1.1 reprend les différents enjeux liés à la conception traditionnelle.

Tableau 1.1 Sommaires des limites de la pratique conventionnelle de définition du projet
tirée de Tzortzopoulos, et al. (2020)

Limites de la conception traditionnelle		Auteurs
i)	Difficultés à identifier les besoins des clients et à les traduire en exigences et en spécifications de produit	(Ballard and Koskela, 1998); (Whelton and Ballard, 2002); (Santos, Kistmann, and Fischer, 2004); (Pikas, Koskela, and Seppänen, 2017).
	Temps et efforts limités pour identifier les besoins des clients	(Lima et al., 2009); (Hentschke et al., 2014).
	Difficultés à prendre en compte et à équilibrer les besoins et les objectifs des multiples parties prenantes, qui sont souvent contradictoires	Ballard and Koskela, 1998); (Whelton and Ballard, 2002); (Tillmann et al., 2013).
	Manque de suivi des exigences	(Jallow et al., 2017); (Winch, 2010); (Blyth & Worthington, 2010); (Jallow et al., 2008); (Tzortzopoulos et al., 2008); (Whelton, 2004)
ii)	Communication et coordination insuffisantes entre les parties prenantes	Koskela, Ballard, and Tanhuanpää, 1997); (Tzortzopoulos and Formoso, 1999); (Whelton and Ballard, 2002).
iii)	Manque de planification et de contrôle, notamment aux premiers stades de la conception	(Koskela, 1998); (Tzortzopoulos and Formoso, 1999); (Whelton and Ballard, 2002); (Khan, 2016); (Svalestuen, Lædre, and Lohne, 2014).
	Se concentre sur la vue de la transformation	(Tzortzopoulos et al., 2020); (Forgues et al., 2018); (Koskela et al., 2002); (Pikas et al., 2020).

1.2.1 Manque de collaboration et de compréhension commune

La compréhension des problèmes de conception, l'élaboration de leurs solutions et l'optimisation des coûts et des délais se font par des cycles de compréhension et de formulation de solutions pour satisfaire de multiples perspectives (Buchanan, 1992 ; Whelton et al., 2002). Ceci nécessite un degré très élevé de collaboration et une haute expertise des différentes disciplines (Buchanan, 1992 ; Coyne, 2005). Or Whelton et Ballard (2002) affirment que l'approche traditionnelle entraîne une communication inefficace autour des exigences entre les utilisateurs, les concepteurs et l'équipe du projet. Cela conduit à de nombreux échecs du projet. Dans l'approche traditionnelle les concepteurs rencontrent individuellement les utilisateurs pour colliger leurs besoins. Ce sont ces rencontres cloisonnées qui engendrent le manque de collaboration interdépartements et le renforcement des silos opérationnels¹. À la suite de ces rencontres, les concepteurs programment, planifient et conçoivent les projets :

¹(<https://www.hdrinc.com/insights/lean-led-design-how-achieve-optimized-operations>)

- ✓ soit en utilisant des hypothèses fondées sur leurs propres perceptions des besoins du client, lesquelles sont influencées par leurs antécédents professionnels et personnels (Whelton, 2004 ; Forgues, 2006) ;
- ✓ soit en se basant sur les perspectives, les préférences et les expériences d'une poignée de dirigeants d'un établissement tel qu'un hôpital (Schouten et al., 2020).

Barrett et al (1999) ajoute que le briefing est biaisé par la perspective de ceux qui le rédige. En général, ils ne fondent pas leur travail sur des procédures formelles (Kamara et al., 2002). Au-delà, d'autres défis existent, tels que l'absence d'un langage commun qui entrave la communication des informations relatives aux exigences (Austin et al., 2002). Ce manque de collaboration et de compréhension commune empêche les différentes parties prenantes d'interagir pour développer de meilleures solutions.

1.2.2 Processus

Le processus de conception et de construction est linéaire et fragmenté (Tzortzopoulos et al, 2020). Il est découpé verticalement et horizontalement et les professionnels interviennent de façon séquentielle selon l'avancement du concept. La Figure 1.7 présente la livraison de projets de construction selon les directives de Stanford « Heartbeat ».

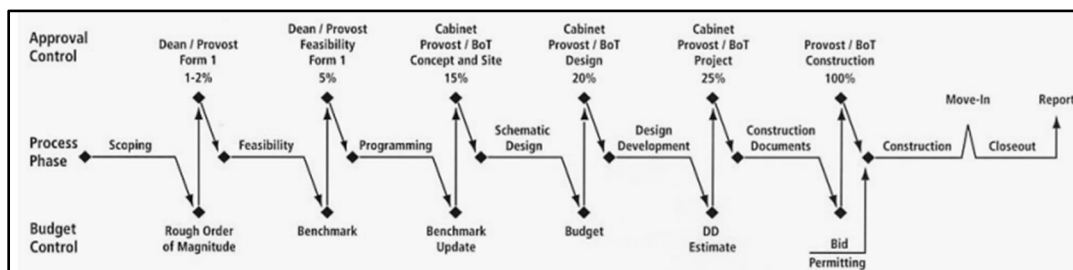


Figure 1.6 « Heartbeat », le processus de réalisation des projets à Stanford
Tirée de Kiviniemi & Fischer (2004)

Suivant cette logique, les exigences sont définies dans la phase de programmation et les solutions de conception fournies par d'autres professionnels ne font que résoudre les besoins documentés. Or, la conception est un processus itératif, où les solutions de conception affectent les attentes du client, ce qui entraîne une évolution des exigences. Il devient donc difficile de

revenir à des étapes antérieures (Winch, 2009). Kiviniemi et Fischer (2004) soutiennent que le processus de gestion des exigences doit être un processus itératif et parallèle aux autres étapes du projet.

Enfin, la pratique traditionnelle de la conception manque de mécanismes pour gérer le flux de travail (Khan et Tzortzopoulos, 2015). Dans cette approche, la vision transformation est privilégiée à celles des flux et de la valeur. Pourtant, ces trois visions sont importantes :

- ✓ La transformation est considérée comme la conversion des exigences du produit en la conception d'un produit ;
- ✓ Le flux correspond aux informations entre les activités de conception et les parties prenantes qui nécessitent des étapes d'inspection visant à réduire les gaspillages ;
- ✓ La valeur signifie que la conception consiste en un processus de création de valeur par la satisfaction des exigences des clients).

Selon Pikas et al (2020), l'adoption d'une théorie incomplète de la conception est la cause de nombreux problèmes dans un projet de construction.

1.2.3 Exigences et valeur

L'approche traditionnelle se concentre sur le temps et le coût, en négligeant des éléments pourtant nécessaires à la génération de la valeur souhaitée (Tzortzopoulos et al, 2020). L'un de ces éléments est l'implication de l'utilisateur. Blyth et Worthington (2010) ajoutaient que le client « payeur » est le seul à être impliqué, ce qui exclut de facto les utilisateurs. Cette exclusion crée des écarts entre les attentes des utilisateurs et leur perception par le client « payeur » et les architectes (Chbaly, 2021). La figure 1.8 présente l'écart entre les besoins des utilisateurs et le client ce qui implique un écart entre le concepteur et l'utilisateur.

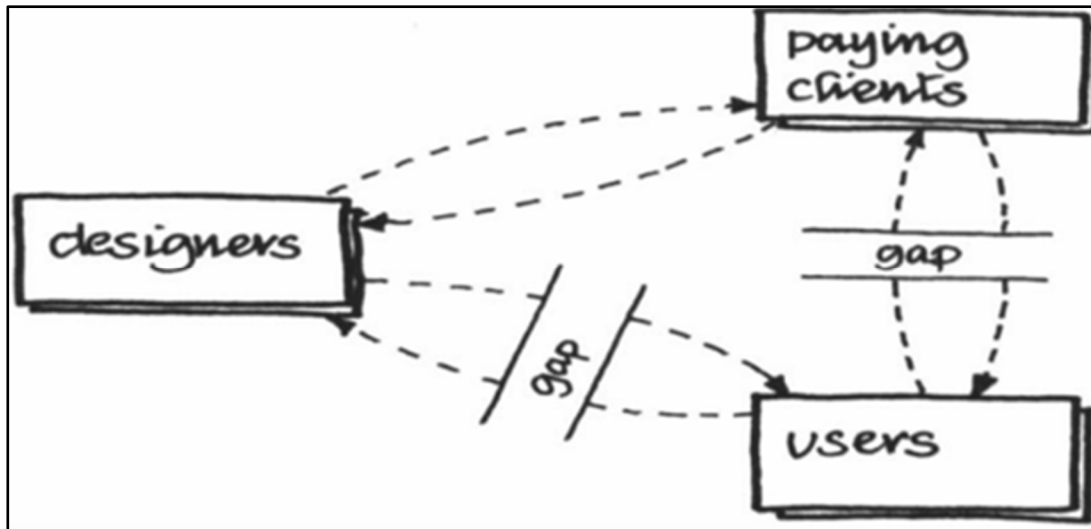


Figure 1.7 Modèle d'écart utilisateurs-besoins de Zeisel (1984)
Citée par Chbaly (2021)

La conception traditionnelle se concentre sur la gestion des livrables axée sur la production de modèles et de dessins, alors que les besoins, les exigences et les alternatives sont peu spécifiés ou étudiés (Tzortzopoulos et al, 2020). De plus, le temps consacré à l'identification de ces exigences est considéré comme insuffisant, et ce notamment parce que les professionnels de la conception sous-estiment le temps nécessaire à la compréhension des attentes du client (Lee et Egbu, 2005 ; Latham, 1994). Ceci est d'autant plus vrai que comme nous l'avons vu, les exigences évoluent à mesure que le projet avance. Globalement, l'approche traditionnelle manque de méthodes et d'outils pour gérer l'évolution des besoins (Kagioglou et al., 2000). Par exemple, les évolutions d'exigences sont parfois recueillies lors d'échanges verbaux avec le client et sont directement ajoutées aux croquis, dessins et autres documents, sans être amendées sur le programme fonctionnel initial. Ce procédé entraîne des pertes d'informations sur les clients (Jallow et al., 2008), empêche la traçabilité des exigences par rapport aux besoins originaux du client, et provoque une indépendance non souhaitable entre les activités (Jallow et al., 2014)

Plusieurs écarts entre la définition du projet traditionnelle et itératif peuvent être distingués. Ces écarts sont classables selon les thèmes suivants : 1) besoin et exigence ; 2) processus ; 3)

collecte d'informations ; 4) implication des utilisateurs ; 5) documents. Le tableau 1.2 compare les différences entre la définition du projet traditionnelle et itérative selon ces thèmes.

Tableau 1.2 Différence entre la définition du projet traditionnelle vs itérative
Adapté de Jensen et al.(2011)

Thème	Définition du projet traditionnelle	Définition du projet itérative
Besoins et exigences	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ne prends pas en compte les enjeux existants ; ✓ Se concentre sur des besoins futurs. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Concerne les besoins des clients et des utilisateurs dans les installations existantes ou futures.
Processus	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Une phase définie au stade initial d'un projet de construction, gelée au démarrage de la conception détaillée. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un processus continu avec dans toutes les phases du cycle de vie du bâtiment.
Collecte d'Information	Une collecte d'informations : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Basée sur des experts, ✓ De nature informative ou de consultation. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un processus de co-apprentissage et de dialogue avec utilisateurs.
Implications des utilisateurs	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Les opinions des utilisateurs sont utilisées comme source de données. 	Les utilisateurs sont : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Activement impliqués en tant que co-concepteurs ; ✓ Intégrés au processus de changement de l'entreprise.
Documents	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Le résultat est un document statique, c'est-à-dire une spécification des besoins 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Collecte continue de visions et de spécifications des besoins, avec des changements de détails et d'objectifs dans toutes les phases.

1.3 Les différentes solutions proposées par la littérature

Pour générer de la valeur pour le client, plusieurs chercheurs reconnaissent :

- ✓ la nécessité d'une collaboration entre les différentes parties prenantes (Anumba et Kamara, 2012) ;
- ✓ que toutes les exigences du client tant explicites qu'implicites doivent être saisies (Koskela, 2000) ;
- ✓ que l'intégration de la conception pendant les phases initiales favorise la réduction des gaspillages et l'augmentation de la création de valeur (Kagioglou et al., 2000 ; J. Kamara et al., 2000).

Dans les années 80, *la constructibilité* permettait aux constructeurs d'apporter des informations utiles dans le processus de conception. Cette approche se concentre

principalement sur les exigences techniques du projet. La collaboration a alors évolué pour inclure une plus large participation des professionnels et des parties prenantes, dont les utilisateurs (Hansen, 2008). L'implication de l'utilisateur final devient nécessaire dans le processus de conception pour aider les professionnels de la construction à mieux comprendre les services et les activités se déroulant dans un espace donné (Caixeta et Fabricio, 2021). Les approches participatives permettent d'aligner les solutions de conceptions aux besoins des utilisateurs actuels et potentiels (Andrade et al., 2012 ; M. Caixeta et al., 2013), et en particulier dans les phases initiales de réalisation d'un projet. Ainsi, elles permettent d'éviter l'insatisfaction des utilisateurs, les frustrations des concepteurs, et les coûts supplémentaires pour les projets (Thyssen et al., 2011).

Dans la littérature, nous identifions différentes approches de conception pouvant répondre aux limites de la conception traditionnelle : 1) Concurrent Engineering; 2) Lean Project Delivery System; 3) Target Value Delivery ; 4) Set Based Design; 5) Choosing by Advantages; 6) Processus de conception intégré ; 7) Knotworking; 8) Evidence Based Design; 9) Lean Led Design.

1.3.1 Concurrent Engineering

Plusieurs méthodes issues d'autres industries permettent de renforcer la collaboration entre les parties prenantes, et d'impliquer le client dès la phase initiale d'un projet. L'une de ces méthodes est l'*ingénierie simultanée* (Anumba et Kamara, 2012 ; Koskela et al., 1998 ; Tzortzopoulos, et al., 2020). Cette approche amène les concepteurs à prendre en compte dès le départ tous les éléments du cycle de vie d'un produit, y compris la qualité, le coût, le calendrier et les exigences du client (Winner et al, 1988) cité par (Anumba et Kamara, 2012). Le but de l'*ingénierie simultanée* est la satisfaction du client. Les efforts de l'équipe de construction sont alors orientés vers la production d'une installation qui satisfait le client (Kamara et al., 2000). Pour faciliter l'intégration de la « voix du client » dans un projet basé sur l'*ingénierie simultanée*, un cadre de travail appelé *Client Requirement Process Model* (CRPM) a été développé. Ce modèle se compose de trois étapes principales : 1) définir les exigences du

client ; 2) analyser les exigences ; 3) traduire les exigences en solution de conception (Whelton et al., 2002). Des outils tels que le *Quality Function Deployment* (QFD) sont utilisés pour élaborer des spécifications neutres de solution. Le CRPM permet non seulement de s'assurer que les exigences du client sont systématiquement transposées dans les spécifications de conception, mais aussi d'empêcher le client d'avoir une perspective excessive (ou de s'engager dans une réflexion trop ambitieuse). Dans cette méthode, les utilisateurs ne sont pas au centre de la démarche, et sont quasiment absents de l'identification des besoins (Zidane et al., 2015). De plus, la QFD qui est l'outil de traitement des exigences utilisé dans l'*ingénierie simultanée*, convient aux projets dont le niveau d'incertitude et le nombre de clients sont faibles (Caixeta&Fabricio, 2021 ; Chbaly, 2021).

En termes de degré d'implication des utilisateurs, la QFD s'inscrit dans la catégorie informative (Kujala, 2003). Les architectes recueillent des informations sur les utilisateurs et leurs préférences. Cependant, les utilisateurs ne fournissent que leurs informations. Il n'est pas exigé que les utilisateurs renvoient des commentaires sur les résultats de QFD ni qu'ils exercent de choix concernant le développement des exigences de conception (Kim et al., 2016). La figure 1.8 illustre la méthode et les outils sur lesquels s'appuie l'ingénierie concourante.

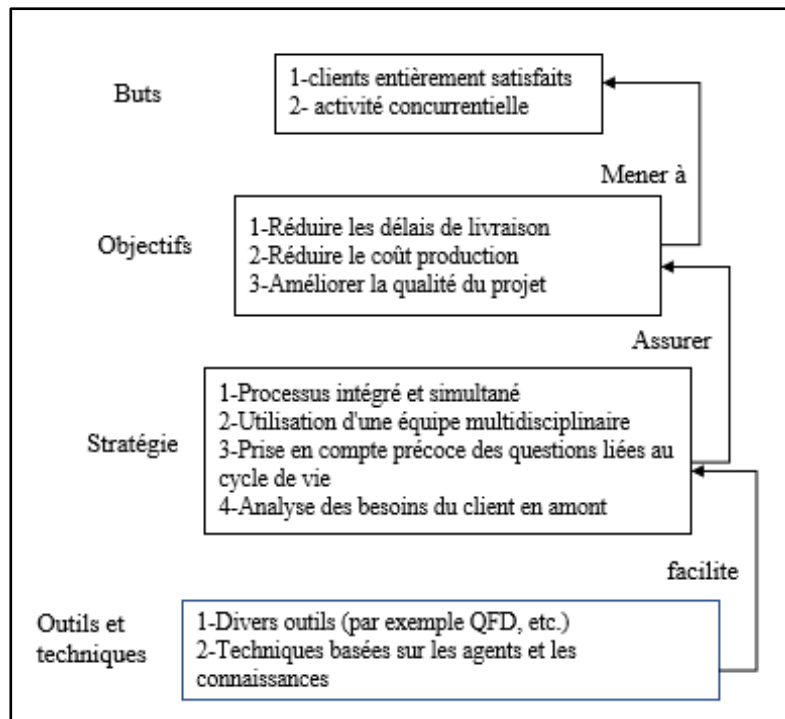


Figure 1.8 Cadre pour comprendre l'ingénierie simultanée
Adapté de Brooks et Backhouse (1998)

1.3.2 Lean Project Delivery System (LPDS)

Le système de livraison de projet Lean (LPDS) est une des alternatives à la conception traditionnelle, introduite pour la première fois par Ballard (2000). Il s'agit d'un modèle prescriptif de gestion de projets, dans lequel la définition du projet est représentée comme un processus d'alignement des fins, des moyens et des contraintes. Il favorise la coopération dans le cadre d'une équipe intégrée unique, à laquelle participent le propriétaire, l'architecte, le constructeur et d'autres acteurs essentiels sur un pied d'égalité dans la poursuite d'un objectif commun (Mossman et al., 2010). Les projets dans ce modèle sont structurés et gérés comme des processus générateurs de valeur fournie au client tout en minimisant les déchets. La principale caractéristique de cette méthode est que le travail des professionnels de la conception n'est pas seulement de fournir ce que le client veut, mais plutôt de l'aider à décider ce qu'il veut, et de lui présenter de meilleures alternatives pour atteindre ses objectifs au-delà

de ceux qu'il a précédemment considérés (Ballard, 2008). Le *Target Value Design/Delivery* et le *Set-Based Design* font partie du LPDS.

1.3.3 Target Value Design ou Target Value Delivery (TVD)

Le TVD est une autre alternative à l'approche traditionnelle pour concevoir des projets de construction (Alves et al., 2017). L'avènement du Building Information Modeling (BIM) a accéléré son adoption par l'industrie de la construction (Zimina et al., 2012), en permettant la production rapide d'alternatives de conception et l'estimation rapide de leurs coûts. Le TVD présente deux caractéristiques essentielles, distinctes :

1. "concevoir en fonction des coûts cibles" ;
2. réaliser une "étude de validation" interdisciplinaire (test de faisabilité amélioré) pour accroître la compréhension partagée des fondements de la valeur/conception/budget/risque (Miron et al., 2015).

Cette approche crée un environnement de projet favorable à la création de valeur en mettant l'accent sur les activités de conception et en faisant du client un participant important du processus. Toutefois, le point central de cette approche reste le coût cible, les autres valeurs et objectifs ne sont pas assez documentés (Miron et al., 2015).

1.3.4 Set Based Design (SBD)

L'approche Set Based Design peut apporter des solutions au fait que les exigences des parties prenantes soient évolutives et contradictoires. Il s'agit d'une approche qui repose sur le développement d'ensembles de solutions de conception alternatives dès le début du processus. Ces solutions sont réduites progressivement pour converger vers une solution finale en tenant compte de la perception de la valeur par les différentes parties prenantes (Tommelein, 2008). Ainsi, cette approche aide à retarder les décisions sur les valeurs variables jusqu'à ce qu'elles deviennent essentielles à la réalisation du projet.

Ce processus offre une grande flexibilité pour faire face aux exigences dynamiques (Hannapel et Vlahopoulos, 2014). Le défi de cette approche reste d'identifier le moment adapté pour

décider d'une solution. Cela peut entraîner un gaspillage du processus en raison du temps et des efforts supplémentaires nécessaires pour développer et examiner toutes les options disponibles (El. Reifi et Emmitt, 2013). La figure 1.9 illustre la différence entre une approche basée sur les ensembles et une approche traditionnelle et la manière dont cette dernière génère des gaspillages.

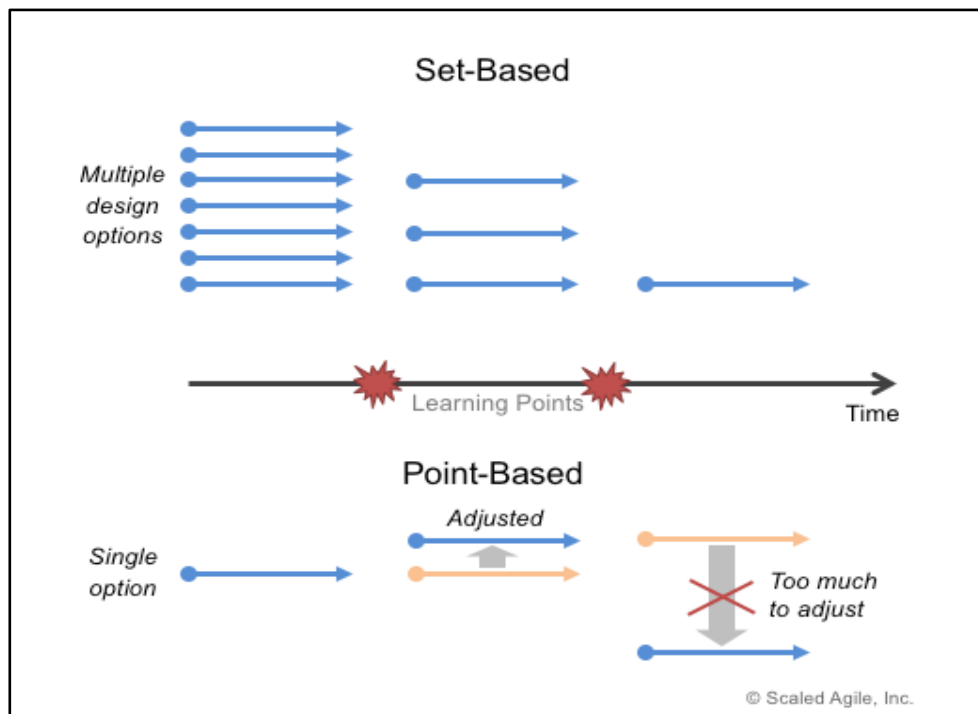


Figure 1.9 Approche de conception SDB versus conception traditionnelle
Set-Based Design - Scaled Agile Framework (2021)

1.3.5 Choosing by advantage (CBA)

La CBA est proposée pour aider à compléter l'approche SBD en fournissant une méthodologie fiable pour prendre et communiquer les décisions (Mossman, 2013). Elle repose sur plusieurs étapes (Arroyo et al., 2016 ; Suhr, 1999) :

- ✓ Le résumé des attributs de chaque alternative développée,
- ✓ L'équipe de conception identifie les avantages de chaque alternative,
- ✓ L'équipe décide de l'importance de chaque avantage,

- ✓ L'équipe choisit l'alternative en fonction de l'importance des avantages.

Cette approche permet de mettre l'accent sur la valeur d'un projet pour ses parties prenantes (dont les clients). Elle aide les parties prenantes à prendre des décisions basées sur des faits pertinents en minimisant les conflits (Mossman, 2013).

Tommelein et Ballard (2010) soulignaient qu'il existe des synergies entre le CBA, le TVD et le SBD. Le TVD est utilisé pour identifier les valeurs cibles et les coûts cibles. L'équipe de conception utilise la méthode SBD, qui encourage l'exploration d'alternatives pour les solutions de conception, puis élimine chacune d'entre elles jusqu'à ce qu'une solution préférée soit trouvée, en utilisant le CBA comme méthode de prise de décision (Ward et al., 1995). La figure 1.10 illustre les synergies existantes entre CBA, TVD et SBD et leur combinaison dans un système de livraison Lean.

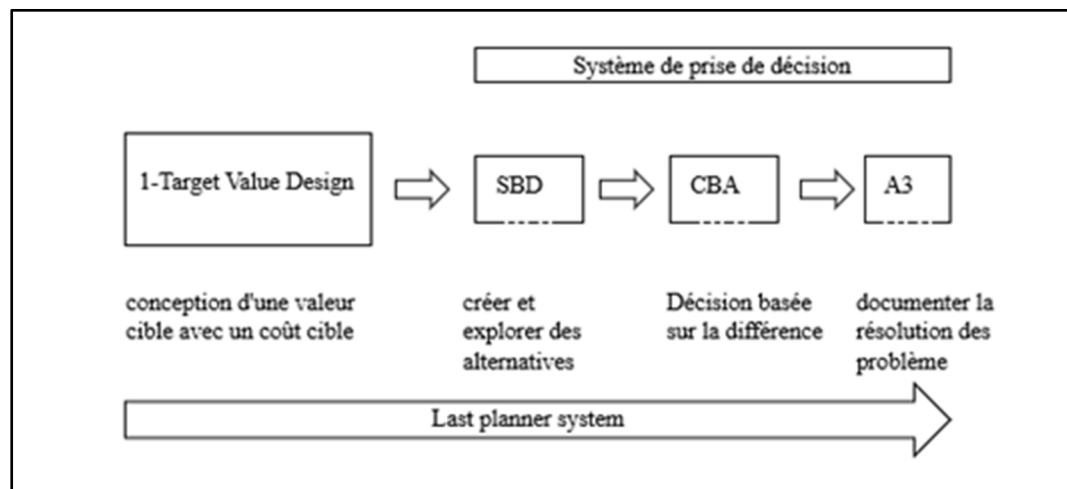


Figure 1.10 Processus de prise de décision Lean
Tirée d'Arroyo et Long (2018)

1.3.6 Processus de Conception Intégrée (PCI)

Le PCI est un processus collaboratif qui se concentre sur la conception, la construction, l'exploitation et l'occupation d'un bâtiment tout au long de son cycle de vie. Il est conçu pour permettre au client et aux autres parties prenantes de développer et de réaliser des buts et des

objectifs fonctionnels, environnementaux et économiques clairement définis et stimulants (Zimmerman, 2006). Cette approche reste orientée technique : elle vise la création de bâtiment à haute efficacité énergétique, et ne documente pas assez les autres exigences et valeurs. Par exemple :

- ✓ le PCI de Nil Larsson (2009) est considéré comme une approche très technique qui ne prend pas en compte une vision élargie du développement durable (Forgues & Dionne, 2015) ;
- ✓ Le PCI de Busby et Reed (2007) est axé sur la conception de bâtiments écologiques, et vise la restauration ou la régénération d'écosystèmes en réparant les interventions humaines qui les ont altérées (Forgues & Dionne, 2015).

1.3.7 Knotworking

Le Knotworking est une pratique basée sur le BIM. Des 'nœuds' colocalisés sont organisés sur une base temporaire pour résoudre une tâche spécifique, un problème ou une question ouverte nécessitant une expertise multidisciplinaire dans un projet de construction. Ces nœuds durent un ou deux jours, une fois la tâche accomplie, le nœud se dissout (Kerosuo, 2015 ; Engestrem, *al.*, 1999, p. 346). Les nœuds permettent de franchir les frontières organisationnelles et d'expertise qui empêchent la collaboration entre les parties prenantes (Dossick et Neff, 2010) citée par (Kerosuo, 2015). Cette pratique a été développée et appliquée dans le développement d'organisation de soins de santé, de bibliothèques et d'universités (Dave et al., 2015).

1.3.8 Evidence-Based Design (EBD)

La conception fondée sur les preuves place l'utilisateur au centre de la conception (Mossman et al., 2010). Elle vise à améliorer les environnements bâtis, en invitant les praticiens à créer des solutions sur la base de recherches scientifiques crédibles (Hamilton & Watkins, 2008), et ce dans la mesure où les données d'un architecte ou d'un propriétaire ne sont pas toujours fiables. C'est dans le domaine de la santé qu'elle est le plus développée, car les données fournies par les cliniciens sont disponibles et les méta-analyses sont possibles (Mossman et al.,

2010). Elle est aussi appliquée dans les établissements d'enseignement dont la conception est réalisée en tenant compte des méthodes d'apprentissage efficaces pour les étudiants (Nemeth, 2014). Ces stratégies de conception suivent souvent les lignes directrices prescrites dans les méthodes d'enseignement elles-mêmes (Hamilton & Watkins, 2008 ; Lippman, 2010). Par exemple, plusieurs recherches soulignent que l'exposition à la lumière naturelle facilite l'apprentissage, ce qui peut influencer directement sur la conception. Cette approche reste limitée puisqu'elle ne fournit pas de stratégies de conception pour mettre en œuvre ces conclusions de recherche (Forgues et al., 2018). En matière d'implication des utilisateurs, l'EBD se positionne dans la catégorie informative, car elle inclut rarement un processus établi pour impliquer les commentaires des utilisateurs sur la conception (Kim et al., 2016).

1.3.9 Lean Led Design (LLD)

La LLD est proposée pour mieux prendre en compte les exigences des clients et notamment des utilisateurs. Elle est appliquée tout au long du processus de définition du projet (Schouten et al., 2020). Surtout utilisée dans les projets de soins de santé, elle vise à améliorer la facilité d'utilisation et l'opérabilité du bâtiment à concevoir par le biais d'analyse et d'optimisation des flux hospitaliers (patients, visiteurs, fournitures, médicaments, équipements, etc.) (Chbaly, 2021 ; Schouten et al., 2020). Une équipe détermine les critères pour répondre aux besoins des patients, puis développe des options pour la conception, les teste via des modèles 2D ou des maquettes, et évalue les options de conception en fonction de critères déterminés (Forgues et al., 2018). La notion de flux est gérée dans cette approche comme suit (Hicks et al., 2015) :

- ✓ **Le flux du personnel** – par exemple les distances parcourues doivent être réduites au minimum dans le but de garantir une utilisation efficace du temps ;
- ✓ **Le flux du patient** doit être conçu de sorte que la distance parcourue par le patient et les retours en arrière soient minimisés ;
- ✓ **Le flux de famille et de partenaires de soins** – ici les espaces par exemple doivent permettre aux familles et aux soignants d'accompagner les patients tout au long du processus, surtout ceux ayant des besoins spéciaux ;

- ✓ **Le flux des médicaments** – l’objectif est d’amener les médicaments aussi près que possible du point d’utilisation et de minimiser les retards chez les patients en attente de médicaments ;
- ✓ **Le flux de fournitures** parfois, les infirmières accumulent des fournitures parce qu’elles ne sont pas toujours sûres qu’elles auront ce dont elles ont besoin, ou quand elles en ont besoin. La localisation des fournitures au point d’utilisation réduit la chasse et la cueillette et raccourcit les distances de déplacement du personnel ;
- ✓ **Le flux de l’équipement** – à titre d’exemple lorsqu’une pièce d’un équipement est retirée d’une chambre du patient, il existe un risque de contamination lors de son déplacement dans l’hôpital. Ceci est évitable en nettoyant des pièces dans la chambre du patient ;
- ✓ **Le flux de l’information** – les renseignements sur les patients doivent être positionnés de manière que la confidentialité soit maintenue en tout temps. En outre, les espaces doivent être planifiés de manière qu’ils permettent un échange d’information ininterrompu afin de réduire les erreurs médicales.

1.4 Les outils d’étalonnage (POE, AEDET et DQI)

1.4.1 Évaluation Post Occupation (*Post Occupancy Evaluation* - POE)

Dans le système de réalisation d’un projet Lean, l’outil POE est présenté comme une boucle de rétroaction allant de la fin d’un projet au début du suivant (Ballard et al., 2003). L’idée principale de cet outil est de déterminer par l’inspection, la mesure et le questionnement, comment l’installation est réellement utilisée (par exemple, comment les espaces fonctionnels sont utilisés par rapport à l’intention de conception), comment l’installation fonctionne et comment elle répond aux besoins de ses utilisateurs. Dans les établissements d’enseignement supérieur, le POE sert à déterminer si la gestion des installations atteint les objectifs de construction et d’entretien des bâtiments et des espaces pour servir la vision éducative de l’université (Tookaloo & Smith, 2015). Cela permet de vérifier à la fois l’adéquation du

processus de conception et du processus de construction (Ballard et Zabelle, 2000). Une application répétée permet (Miron et al., 2015 ; Tookaloo & Smith, 2015) :

- ✓ De constituer une base de données qui fournit des conseils de conception pour les futures installations,
- ✓ De comprendre les exigences des clients dès les premières étapes de la conception sans nécessairement les impliquer activement.

1.4.2 L' Achieving Excellence Design Evaluation Toolkit (AEDET)

L'AEDET est un outil d'évaluation de la qualité de la conception, développé par le National Health Service (NHS). Cet outil est destiné à atteindre l'excellence en matière de conception plutôt qu'à assurer la conformité avec la législation ou les réglementations. Il permet de collecter de l'information sur les différents besoins, d'engager des discussions, de représenter et de renseigner sur la perception qu'ont le client, les professionnels et autres participants à un projet durant le cycle de vie d'un projet (Whyte & Gann, 2003). La figure 1.11 montre une carte avec les dix sections de la boîte à outils AEDET pour l'évaluation de la conception.

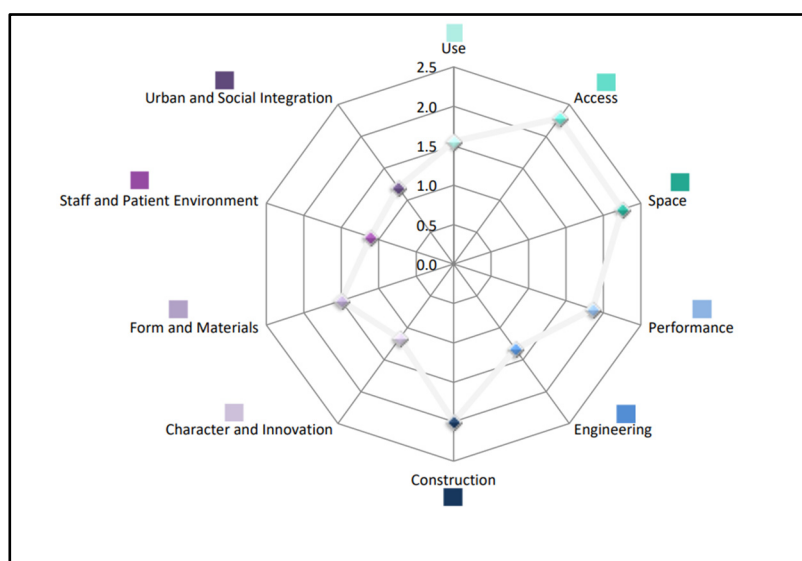


Figure 1.11 Les dix sections de la boîte à outils AEDET
Tirée de NHSScotland Instructions (2016)

1.4.3 Design Quality indicator (DQI)

Le plus important dans l'évaluation de la qualité de conception d'un bâtiment est de savoir s'il répond ou non aux exigences des utilisateurs, et ce que ceux-ci pensent et ressentent à son sujet. Le DQI aide les clients du projet à définir les priorités et à évaluer la qualité de la conception sur la base des trois principes vitruviens : *utilité*, *esthétique* et *commodité* combinée à la durabilité (Thomson et al., 2003 ; Whyte & Gann, 2003). Il a été développé à partir d'une variété de sources pour rassembler les meilleurs renseignements sur la question de la qualité de la conception et sur la manière d'évaluer la qualité inhérente de la conception. Il se concentre sur les besoins de l'utilisateur final, en gardant ce dernier à l'esprit tout au long du processus, et aide à développer un bâtiment plus durable (Farooqui & Ahmed, 2009). Le DQI se présente essentiellement sous la forme d'un questionnaire et comprend des questions pertinentes à n'importe quelle étape du développement d'un bâtiment. L'outil peut être revu et réutilisé tout au long de la vie du projet.

1.5 Discussion

L'objectif final de chaque projet de construction est de générer de la valeur pour le client. Plusieurs chercheurs, dont Emmitt (2009) et Koskela (2000) établissent des liens étroits entre la valeur et les exigences du client. Pour Emmitt, la génération de la valeur passe par d'importantes discussions autour des attentes de chaque client. Pour Koskela, il est important de saisir toutes les exigences du client et de s'assurer qu'elles soient disponibles dans toutes les phases de projet. Le mode de conception le plus utilisé reste le mode traditionnel qui comporte de nombreuses limites. Dans la revue de la littérature, nous avons constaté que l'identification des besoins des clients et leur traduction en exigences et en spécifications de produits sont difficiles. Dans cette approche, le temps et les efforts consacrés à cette tâche sont limités. Il apparaît aussi difficile de prendre en compte et d'équilibrer les besoins et les objectifs contradictoires de plusieurs parties prenantes, pour pallier ces problèmes, de nombreux chercheurs proposent de nouvelles approches de conception. Le tableau 1.3 résume ces différentes approches, leur portée, leurs caractéristiques et leurs limites.

Tableau 1. 3 Sommaire et caractéristiques des approches proposées dans la littérature

Approches	Portée	Élément moteur	Caractéristique	Limites	Références
Concurrent engineering	Ensemble du cycle de vie	Maximisation de la valeur/satisfaction du client	Optimise l'interaction entre la conception/la construction	Absence de l'utilisateur dans le processus	(Kamara et al., 2000)
Lean project delivery system	Ensemble du cycle de vie	Maximisation de la valeur/réduction des gaspillages	Interaction de la conception et de la construction pour éliminer les gaspillages	Processus long et coûteux	(Ballard, 2008) (Mossman et al., 2010)
Target value Delivery	Ensemble du cycle de vie	Maximisation de la valeur Vs Coût cible	Favorise l'innovation à l'intérieur d'un cadre financier fixe	Accent sur le coût, les autres valeurs sont peu documentées	(Zimina et al. 2012), (Miron et al., 2015)
Set Based Design	Conception préliminaire, conception définitive	Maintien flexible des exigences des parties prenantes/réduction des itérations négatives.	Le développement d'ensembles de solutions de conception alternatives dès le début du processus	Manque de stratégie pour la prise de décision.	(Tommelein, 2008) (El. Reifi&Emmitt, 2013)
Evidence based design	Définition du projet, conception	Amélioration de la santé et bien-être des usagers	La prise de décision se fait sur la base de preuves scientifiques	Manque de stratégie pour mise en œuvre des évidences.	(Hamilton & Watkins, 2008)
Choosing by advantage	Ensemble du cycle de vie	Avantages des alternatives et des solutions	Améliore la prise de décision en introduisant la "voix du client".	Nécessite une utilisation intensive de temps/ressources dans la collecte de données et la participation	(Mossman, 2013), (Nemeth, 2014)
Knotworking	Conception, construction	Nœuds colocalisés intégrant des connaissances spécialisées	Pour résoudre une tâche spécifique qui nécessite une expertise multidisciplinaire. Une fois le problème est résolu, le nœud se dissout	Calendrier serré. Problèmes liés aux techniques et au transfert de données en raison de l'infrastructure temporaire	(Dave et al., 2015), (Kerosuo, 2015).
Lean Led Design	Définition du projet, conception	Exigences des usagers	Améliore la fonctionnalité des espaces grâce à l'expérience de l'utilisateur	Processus long et coûteux	(Schouten et al., 2020) (Forgues et al., 2018)
PCI	Avant-projet, conception préliminaire	Développement durable	Encourage les synergies pour des solutions innovantes en performances énergétiques	Orientée technique/autres valeurs peu documentées	(Zimmerman, 2006) (Forgues & Dionne, 2015)

L'ingénierie concourante a longtemps été utilisée comme une solution alternative à la conception traditionnelle. Cette approche favorise l'intégration de la conception et de la construction et l'implication des parties prenantes. Cependant, cette approche est mieux adaptée aux projets dont la complexité est relativement faible. En outre, le QFD, l'outil utilisé dans cette approche, s'inscrit dans la catégorie informative et exclut l'utilisateur dans le processus décisionnel. D'autres approches peuvent remplacer la conception traditionnelle. C'est le cas du *Target Value Delivery* qui a pour objectif de fournir et d'atteindre la valeur du client tout en respectant le coût cible, c'est-à-dire les contraintes budgétaires. Cette approche est combinable à d'autres approches. Par exemple, avec le *Set Based Design* elle permet de développer plusieurs alternatives de conception, avant de les éliminer progressivement à l'aide de l'outil *Choosing by advantages* jusqu'à l'obtention d'une solution optimale. Cependant, l'intervention de l'utilisateur final se fait de manière consultative. À ce niveau, les utilisateurs peuvent donner leur avis sur la base d'un ensemble d'options de conception prédéfinies et non faire partie du processus de conception. De plus, ces approches interviennent à des phases de conception préliminaire et de conception définitive lorsque plusieurs alternatives de conception ont été développées par les professionnels.

Pour générer de la valeur pour l'utilisateur final durant la phase de définition de projet et résoudre les problèmes fonctionnels, les utilisateurs doivent prendre une position plus proactive. En effet, ils sont les mieux placés pour comprendre la complexité de l'environnement bâti qu'ils fréquentent, et ce d'autant plus dans les projets d'envergure tels que les hôpitaux ou les universités. Pour ces raisons, le *Lean Led Design* est l'approche la mieux adaptée. Elle permet d'améliorer le fonctionnement d'un bâtiment, en donnant un rôle proactif aux utilisateurs, qui agissent en tant que membre de l'équipe de conception.

CHAPITRE 2

ANALYSE DE CAS DOCUMENTÉS

Ce chapitre vise à établir un portrait global de la conception participative, notamment sa mise en œuvre, les moyens mis en place pour atteindre les résultats escomptés. Il doit fournir une base solide, par la construction d'une théorie préliminaire pour analyser nos études de cas. Premièrement, nous présentons les outils et règles du *Lean Led Design*. Ensuite, une étape d'analyse de cas documentés est développée, cette dernière consiste à compléter la revue de la littérature sur le *Lean Led Design*. Cela permet *in fine* de faire ressortir les principaux concepts de la conception participative, sa mise en œuvre et les facteurs clés de sa réussite.

2.1 Le Lean Healthcare

Le Lean est un ensemble de philosophies et de méthodes de fonctionnement qui consistent à créer une valeur maximale pour le patient en réduisant les gaspillages et les attentes ex-interruption, retards, erreurs...) (Hannam et al, 2009; Brandao de Souza, 2009). Basé sur le modèle Toyota, il se concentre sur l'efficacité avec laquelle les ressources sont utilisées et demande « quelle valeur ajoutée pour le client » dans chaque processus (Smith et al., 2020). Cette philosophie semble s'être généralisée, notamment aux États-Unis, au Royaume-Uni et en Australie (Brandao de Souza, 2009).

La mise en œuvre du Lean apporte des avantages tangibles tels que la réduction du temps de traitement ou d'attente, l'augmentation de la qualité grâce à une réduction des erreurs, une réduction des coûts (Kate et al., 2004). D'autres avantages intangibles ont été rapportés tels que l'augmentation de la motivation et de la satisfaction des employés et l'augmentation de la satisfaction des clients (Radnor et Boaden, 2008).

Au Québec (Canada), le ministère de la Santé et des Services sociaux a adopté cette approche depuis 2010. Divers établissements de santé ont adopté cette approche basée sur l'implication

du personnel pour améliorer l'expérience du patient et des travailleurs. Les hôpitaux qui appliquent la pensée Lean ont tendance à changer de paradigme sur la manière dont les soins seront dispensés (Dagenais, 2012). À l'aide des ateliers participatifs, ils cherchent à briser les barrières entre les services et des transferts de patients en cartographiant à un niveau général la manière dont le travail est actuellement effectué, puis les dirigeants prennent des décisions sur la manière dont ces lignes de service pourraient mieux travailler à l'avenir (Chbaly & Brunet, 2022). Cependant, un tel changement nécessite une forte adhésion de la haute direction et qu'il soit accompagné par un processus de gestion de changement, car les gens doivent adapter leurs comportements aux processus nouvellement définis (Jobin et al, 2015).

Le Lean Healthcare, correspond à la mise en œuvre des principes Lean dans la phase d'opération, alors que la mise en œuvre du Lean dans la phase de définition de projet est appelée Lean Led Design (Schouten et al., 2020).

2.2 Le Lean Led Design

Un élément important du *Lean Led Design* est la possibilité d'identifier et de résoudre les problèmes dans sa propre sphère et de donner aux équipes interdépartementales les outils et les conseils dont elles ont besoin pour résoudre elles-mêmes les problèmes les plus importants (Grunden & Hagood, 2012). Pour résoudre ces problèmes, il est essentiel de définir les enjeux auxquels le personnel hospitalier peut être confronté. Grunden et Hagood (2012) affirment que la même fragmentation qui affecte le secteur manufacturier affecte la prestation des soins de santé ainsi que le secteur de l'Architecture, Ingénierie et Construction (*Architecture, Engineering, Construction* – AEC). Ils ont identifié huit gaspillages qu'ils ont comparés entre le secteur de la construction et le secteur des soins de santé (Tableau 2.1).

Tableau 2.1 Exemples des huit déchets qui affectent les secteurs de la construction et des soins de santé
Tirés de Grunden & Hagood (2012)

Gaspillages	Exemple dans la construction	Exemple dans les soins de santé
Défauts	Blessures des travailleurs, mauvaise qualité du travail, retouches.	Blessures des patients et du personnel, erreurs de médication, infections, réadmissions.
Surproduction	Duplication des composants de support de plafond pour les assemblages au-dessus du plafond	Points d'enregistrement multiples.
Attente	Les files d'attente sont créées par la coordination des sous-traitants.	Les files d'attente sont créées par les transferts entre départements/la prestation de soins fragmentés.
Transport	De multiples touches de matières créées par une mise en scène complexe des matières premières.	Les transports multiples de patients hospitalisés vers des services distincts signifient de nombreux arrêts pour un seul service.
Inventaire	Le stock disponible nécessite de l'espace d'attente/coûte cher à stocker.	Les équipes cliniques stockent les fournitures supplémentaires qui deviennent obsolètes et doivent être jetées.
Mouvement : Personnes ou équipements se déplaçant ou marchant plus que nécessaire pour effectuer le traitement	Les transferts entre métiers nécessitent souvent des retours en raison d'une mauvaise définition du terme "complet".	Déplacement des patients entre des points de service distincts en raison de la départementalisation. Déplacement inutile du personnel à la recherche de documents, par exemple
Excès de traitement	La coordination de plusieurs systèmes crée de multiples conflits entre systèmes.	Plusieurs interfaces système dans des environnements complexes de soins aux patients.
Non-utilisation des ressources et du personnel	Productivité affectée par des processus fragmentés	Productivité affectée par des processus fragmentés

Pour soutenir les équipes de conception et les utilisateurs dans le but de minimiser les gaspillages et d'augmenter la génération de valeur, il existe une panoplie de méthodes qui sont présentées dans le tableau 2.2.

Tableau 2.2 les outils Lean et leurs objectifs
Tiré de Forgues et al. (2018)

Outils Lean	Objectifs
Atelier Kaizen	<i>"Examine de près les processus ou les problèmes, en analysant comment ils sont apparus, et utilise la sagesse de l'équipe pour concevoir des expériences et les améliorer"</i>
Value Stream Mapping (VSM)	<i>Cartographie des flux afin d'éliminer les activités sans valeur ajoutée et d'optimiser la logistique au sein de l'établissement de soins de santé</i>
5 S	<i>Signifie : trier, mettre en ordre, briller, standardiser, maintenir. L'objectif est d'éliminer les différents déchets (Chbaly, Forgues, et Ben Rajeb 2019)</i>
Standardisation	<i>"En standardisant les processus de travail, le Lean permet un flux de livraison relativement régulier et prévisible, ce qui conduit à une utilisation plus efficace de l'espace hospitalier. "</i>
Maquettes	<i>Les maquettes à l'échelle réelle sont utilisées pour tester les différentes options de la conception. Les maquettes facilitent également la compréhension et la visualisation par les utilisateurs de l'espace conçu.</i>

2.3 Cas documentés sur Lean Led Design au niveau du nouveau complexe hospitalier de la ville de Québec

Pour analyser des cas documentés sur *le Lean Led Design*, notre choix s'est porté sur l'étude du NCH du Québec mené par Chbaly et al (2021). Ce cas représente un rare cas documenté dans la littérature sur le LLD et est le seul exemple au Québec à notre connaissance. Cet hôpital regroupera les activités de deux hôpitaux déjà existants au Québec : l'Hôpital de l'Enfant-Jésus (HEJ) et l'Hôtel-Dieu de Québec (LHDQ), sur le site de l'HEJ (Chbaly & Brunet, 2022). Pour cette raison, il est considéré comme l'un des projets les plus importants et complexes au Québec. Cette initiative a pour vision de créer l'hôpital de demain conçu autour : de chambres individuelles, de capacités accrues de soins, d'aménagements lumineux, d'ajout d'espaces verts et d'équipements de pointe². Une telle initiative reste complexe, car elle réunit deux hôpitaux avec deux cultures de travail différentes. Pour faire face à ce défi, une équipe de la direction clinique a été mise en place afin d'établir une approche *Lean Led Design*. Cette approche s'appuie sur plusieurs Kaizens réunissant toutes les parties prenantes durant plusieurs

² ([Le projet du nouveau complexe hospitalier | CHU de Québec-Université Laval \[chudequebec.ca\]](https://chudequebec.ca/))

jours (Chbaly & Brunet, 2022). La figure 2.1 représente un cadre conceptuel des principales étapes de l'approche *Lean Led Design* adoptée pour ce projet.

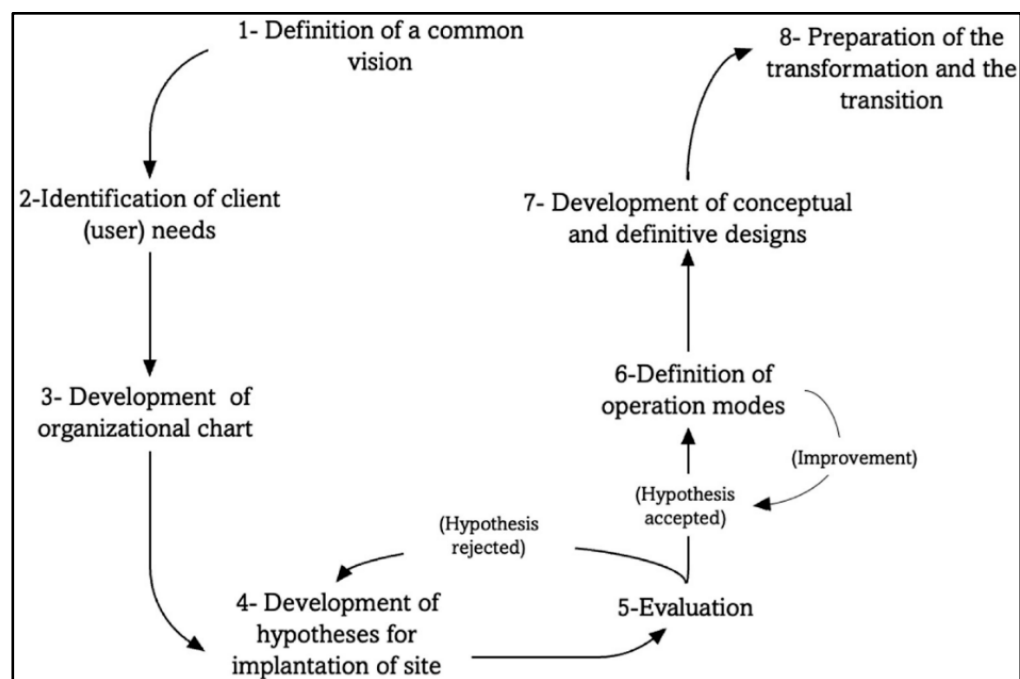


Figure 2.1 Étapes de mise en œuvre du Lean Led Design inspiré du NCH
Tirée de Chbaly et Brunet (2022)

2.3.1 Principes de mise en œuvre du Lean Led Design dans le nouveau complexe hospitalier

- **Établir une vision commune et définir des principes directeurs**

Contrairement l'approche de définition de projet traditionnelle, le *Lean Led Design* vise à créer une vision commune entre toutes les parties prenantes, soit des directeurs aux patients (Chbaly, 2021). Ceci permet aux participants de comprendre les enjeux de chaque partie prenante. De ce processus résulte un consensus plus large sur la vision du NCH, sur ses objectifs et sur sa portée³. Les Kaizens ont permis aux participants de définir vingt-cinq principes directeurs. Ces

³ [Démarche du projet | CHU de Québec-Université Laval \(chudequebec.ca\)](https://chudequebec.ca)

critères vont permettre une prise de décision alignée sur les besoins des participants tout au long du cycle de vie du projet (Chbaly & Brunet, 2022).

- **Identification des besoins des utilisateurs sur la base de l'analyse des flux**

Dans une approche traditionnelle, les besoins des utilisateurs sont calculés par rapport aux surfaces nécessaires pour chaque service hospitalier. Le *Lean Led Design*, lui, s'appuie sur une analyse rigoureuse des flux, et permet ainsi dans ce contexte d'améliorer et d'optimiser les flux hospitaliers des patients, du personnel, des familles et amis, des équipements, des médicaments et enfin de l'information (Chbaly, 2021). Les participants identifient les problèmes de flux tels que les longs déplacements pour les patients, ou encore les goulots d'étranglement dû au manque de coordination. Ceci permet de mieux comprendre les contraintes du projet et de construire une vision plus holistique de la relation entre la configuration spatiale et la conduite des activités cliniques⁴. En conclusion, le *Lean Led Design* optimise les flux hospitaliers, là où l'approche traditionnelle aurait ajouté des espaces et des extensions (Chbaly & Brunet, 2022).

- **Développement d'hypothèses et de solutions d'implantation**

La conception traditionnelle s'appuie sur une seule hypothèse d'implantation ou de conception. Lorsque les solutions ne correspondent pas, plusieurs remaniements sont alors nécessaires (Chbaly & Brunet, 2022). Le LLD s'appuie au contraire sur plusieurs hypothèses, ce qui permet de choisir la meilleure option possible et d'éviter les itérations négatives. Par exemple, dans le NCH, cinq hypothèses d'implantation ont été développées à partir de la définition des flux hospitaliers et de l'élaboration d'un organigramme basé sur les liens de proximité⁴.

- **Évaluation de l'hypothèse à partir d'une grille d'évaluation**

⁴ [Démarche du projet | CHU de Québec-Université Laval \(chudequebec.ca\)](https://chudequebec.ca)

Dans l'approche traditionnelle, l'implication de l'utilisateur final est informative et s'arrête à l'étape de définition des besoins. Pour le NCH, les utilisateurs sont responsabilisés et impliqués dans le processus de prise de décision. Par exemple :

- ✓ les utilisateurs ont évalué les hypothèses d'implantation développées par les professionnels, qu'ils ont ensuite rejetées (Chbaly & Brunet, 2022) ;
- ✓ Les architectes ont proposé deux autres solutions qui ont été réévaluées et commentées. Cela a permis d'élaborer une hypothèse de référence unique pour l'implantation des différents secteurs de l'hôpital⁵.

Une approche *Lean Led Design* est en fait un processus continu et itératif, flexible et non linéaire qui se poursuit jusqu'au moment de la construction et de la transition vers les nouveaux bâtiments.

- **Définition des modes de fonctionnement**

Cette étape du processus vise à comparer et à aligner les méthodes cliniques opérationnelles actuelles avec les hypothèses de mise en œuvre développées. En fait, cette approche ne s'arrête pas à une proposition des solutions de conception, puisqu'une évaluation continue est réalisée par des maquettes grandeur nature afin de faciliter la visualisation et la compréhension des espaces par les utilisateurs⁶. Les hypothèses d'implantation peuvent aussi être remodelées et ajustées en fonction des modes de fonctionnement.

2.3.2 Facteurs de succès et d'entrave de la conception participative

La mise en œuvre d'une telle approche implique la satisfaction de plusieurs facteurs. Chbaly (2020) a construit un cadre sur les facteurs de succès et d'entrave du *Lean Led Design* basé sur l'étude de cas du NCH du Québec. Ces facteurs sont classés suivant plusieurs thèmes tels que la technologie, le partenariat, la communication, la gouvernance, les changements externes, les compétences et les facteurs de mesure.

⁵ [Démarche du projet | CHU de Québec-Université Laval \(chudequebec.ca\)](https://chudequebec.ca)

a. Facteurs d'entrave

Chbaly (2021) a identifié les facteurs entravant le succès d'implémentation d'une conception participative (figure 2.2). Ces facteurs doivent être évités tout au long du processus pour aboutir à un alignement des solutions de conception aux attentes du client et satisfaire leurs besoins.

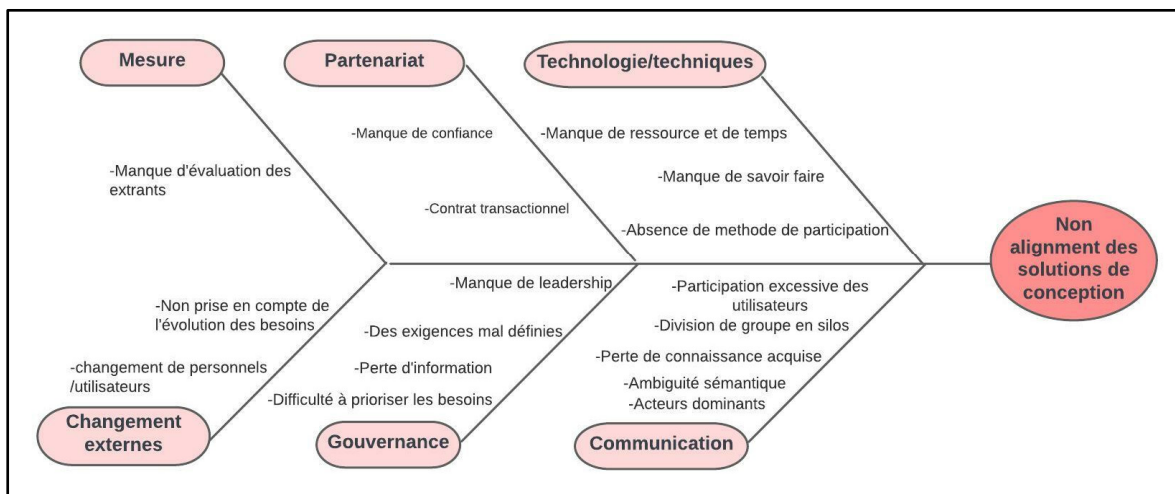


Figure 2.2 Facteurs d'entrave du Lean Led Design
Tirée de Chbaly (2021)

b. Facteurs de succès

Implémenter le *Lean Led Design* permet de générer de la valeur pour le client en alignant les solutions de conception aux besoins et aux exigences du client. Pour cela, cette implémentation doit obéir à certains critères, en satisfaisant les facteurs de succès présentés dans la figure 2.3.

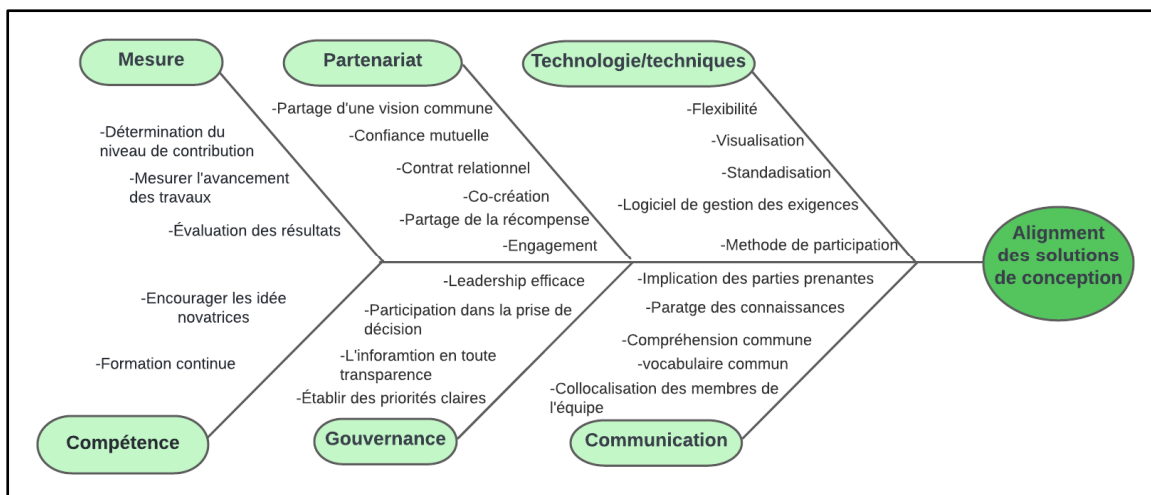


Figure 2.3 Facteurs de succès du Lean Led Design
Tirée de Chbaly (2021)

2.3.3 DISCUSSION

La littérature nous permet d'identifier les limites de la conception traditionnelle et les solutions potentielles pour résoudre ces problèmes. Chacune des approches identifiées se concentre sur une valeur prédéfinie et intervient à des étapes bien précises de la phase de conception. Le *Lean Led Design* semble être l'approche qui met l'utilisateur au centre de la conception en lui donnant un rôle proactif. Cette approche est aujourd'hui plus utilisée dans le domaine hospitalier que pour l'enseignement supérieur où il n'existe aucune démarche formalisée. Les points à retenir de l'analyse des cas documentés sont que le LLD :

- ✓ Est un processus continu et itératif qui répond mieux au caractère dynamique des besoins des utilisateurs ;
- ✓ Se poursuit au-delà de la définition du projet, et jusqu'au moment de la construction et de la transition vers les nouveaux bâtiments.

Ces éléments vont dans le sens des nombreux auteurs qui soutiennent la nécessité d'aller vers des processus itératifs de définition de projet. Ceux-ci sont plus adaptés à la nature complexe des nouveaux projets de construction et à leurs délais de livraison qui ont tendance à impacter les besoins des utilisateurs.

Cette étude de cas sur le NCH a également révélé que la mise en œuvre d'une approche participative reste difficile en raison d'un contexte traditionnel exigé par la réglementation ministérielle qui est en contradiction avec les concepts Lean. L'approche *Lean Led Design* est une approche qui contribue à la création de la valeur pour le patient. La mise en place d'une telle approche nécessite d'obéir à certaines exigences telles que **la mise en place d'un langage commun, la définition des priorités du projet et des contraintes**, ou encore d'établir une relation de confiance entre les participants. Une attention particulière doit être donnée à ces facteurs qui peuvent contribuer au succès ou à entraver un projet. En outre, lors d'une transition d'une telle ampleur, les destinataires se montrent souvent résistants aux changements et certains ont tendance à attendre que la pression tombe pour revenir à leurs « anciennes habitudes ». Cet aspect signifie qu'un tel changement requiert des efforts et du temps pour modifier les habitudes et pratiques, et qu'un processus de gestion de changement est nécessaire.

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE

Avant tout, nous précisons que nous avons mené notre recherche en suivant trois étapes principales : 1) l'identification des enjeux de la conception traditionnelle et les solutions

apportées à travers la revue de la littérature ; 2) l'analyse de cas documentés sur la conception participative ; 3) les études de cas. C'est en suivant ce déroulé que nous avons abouti au présent mémoire.

Dans ce troisième chapitre, nous décrivons et justifions nos choix méthodologiques de recherche, pour répondre aux objectifs et à la problématique. Nous commençons par introduire la stratégie de recherche adoptée, soit une étude de cas qualitative. Ensuite, nous présentons et justifions les cas choisis. Nous poursuivons en détaillant les étapes et méthodes de la collecte des données mises en œuvre, ainsi que la stratégie d'analyse utilisée. Enfin nous présentons les étapes suivies pour assurer la validité et la fiabilité de l'étude. La figure 3.1 présente les étapes de la méthodologie de recherche suivie.

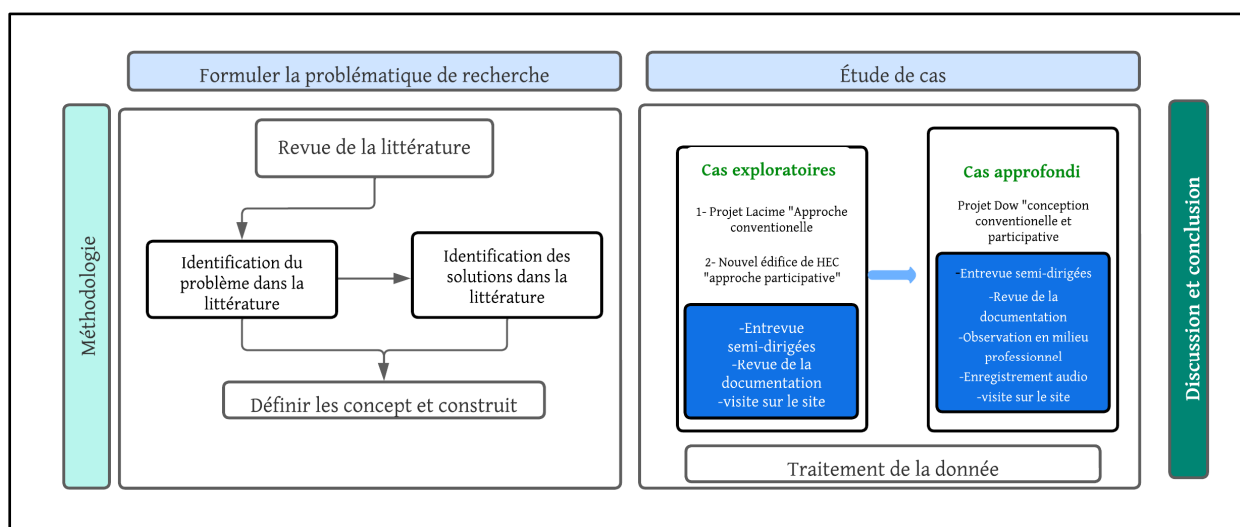


Figure 3.1 Schéma de la méthodologie de recherche

3.1 Stratégie de recherche

La stratégie de recherche utilisée est une étude de cas qualitative. Une étude de cas est une enquête empirique qui étudie un phénomène contemporain (le cas) en profondeur et dans son contexte réel. Cette méthodologie est appropriée pour mieux comprendre le processus de mise en œuvre dans un contexte spécifique. Plus concrètement, elle est adaptée lorsqu'il y a un intérêt à connaître le « comment » et le « pourquoi » d'un phénomène et que celui-ci est centré

sur des événements contemporains (Yin, 2009). Astolfi (1993) ajoutait que l’utilisation d’une telle approche correspond au sujet peu connu, ce qui permet de mieux définir un problème, de construire de nouvelles idées, ou de rassembler des données sur un concept émergent.

Il existe deux types d’études de cas :

- 1. L’étude de cas unique, où la recherche est menée dans un contexte
- 2. L’étude de cas multiples, lorsque la compréhension du phénomène se fait en répétant le phénomène dans plusieurs contextes (Baxter & Jack, 2008).

Lariviere et al., 2020 donnent les critères de sélection entre les deux types d’études de cas (Figure 3.2).

	Etude de cas unique	Etude cas multiples
Buts	<ul style="list-style-type: none">•Tester une théorie déjà reconnue (Gagnon, 2012).•Etudier un phénomène unique, extrême ou encore peu exploité à ce jour (Yin,2018).•Etudier un phénomène de façon dans son évolution dans le temps.•Générer des idées sur un nouveau concept ou de prétester un questionnaire (Letrilliart et al., 2009).	<ul style="list-style-type: none">•Décrire un phénomène, générer ou vérifier une théorie (Benbasat et al.,1987).•Produire une compréhension plus générale d’un phénomène (Benbasat et al.,1987).•Souligner les similitudes ou les différences entre plusieurs cas (Gagnon, 2012).•Etudier des cas se produisant généralement dans des situations variables (Gagnon, 2012).

Figure 3. 2 Critères de choix entre l’étude de cas unique et de cas multiples
Adaptée Lariviere et al.(2020)

Nous avons opté pour l’étude de cas multiples, soit trois cas, pour produire une compréhension plus globale d’un phénomène, et de souligner les similitudes et différences entre plusieurs cas. À partir de là, nous avons procédé en deux étapes :

- 1. D’abord nous avons choisi deux cas exploratoires, un projet réalisé selon une approche traditionnelle et l’autre réalisé suivant une approche participative. Ces deux cas exploratoires sont utiles pour élargir notre compréhension d’un phénomène (Saunders et al., 2009). Il est également essentiel que le chercheur ait accès à une organisation qui a réellement vécu la situation de manière substantielle (Walsham, 2006)
- 2. Ensuite nous nous sommes appuyés sur un cas approfondi, le complexe Dow. Ce cas a l’avantage d’être réalisé en suivant les deux approches. L’approche participative qui correspond au Lean Design et l’approche traditionnelle.

3.2 Identification des études de cas

3.2.1 Cas 1 : Projet LACIME

Le laboratoire « LACIME » fait partie d'une série de réaménagements de laboratoires appartenant à l'École de technologie supérieure. Il est destiné à accueillir 18 professeurs et 150 étudiants gradués du département de génie mécanique. D'apparence peu complexe, ce projet est intéressant par la résistance des utilisateurs à investir l'ouvrage fini : « *Les professeurs ont exprimé leur mécontentement par rapport à la surface des bureaux qu'ils trouvaient petite. On avait l'impression qu'ils ne faisaient plus partie du département, car il y a une séparation avec le reste du département* » professeur L. En effet, après la livraison du laboratoire, les professeurs ont refusé d'occuper ces espaces, cette conséquence est directement liée au manque de leur implication. La programmation du projet a été entamée en 2018, selon une approche traditionnelle par un architecte. Dans un exercice de remue-méninges réunissant 18 professeurs, l'architecte a identifié les besoins des professeurs et a déterminé ce qui devait être mis en valeur et l'emplacement de relocalisation du laboratoire. Par la suite, un deuxième architecte a repris le projet en proposant un schéma conceptuel suivant les différents besoins identifiés auparavant. Le schéma conceptuel, représenté avec des dessins 2D, a été présenté et validé par le client (les professeurs). De là, l'architecte a conçu des plans 2D et un modèle 3D qu'il a présentés une seconde fois aux professeurs. Ces derniers ont donné leur approbation pour entamer la réalisation du projet. La Figure 3.13 présente le processus suivi pour la conception du laboratoire.

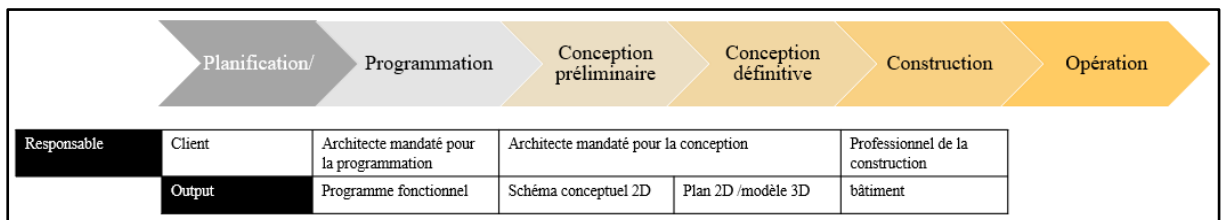


Figure 3. 3 Processus de conception du laboratoire « LACIME »

Ce cas sert de prototype pour valider l'approche de recherche. Il sert également de source de données pour identifier et confirmer les enjeux actuels de la conception traditionnelle, au niveau de l'identification et des réponses aux besoins des clients.

3.2.2 Cas 2 : nouvel édifice HEC au centre-ville

L'École des Hautes Études commerciales (HEC) connaît une croissance importante depuis son ouverture en 1996. Cette croissance a conduit à un manque d'espace considérable qui a poussé HEC Montréal à s'engager dans la réalisation d'un nouvel édifice au centre-ville de Montréal. La figure 3.4 présente un modèle 3D du nouveau bâtiment de HEC.



Figure 3. 4 Modèle 3D du futur édifice de HEC au centre-ville

La particularité de ce projet est que les professionnels ont impliqué les utilisateurs dans ce projet. Un projet pilote a été mis en place pour tester les futurs espaces souhaités auprès des utilisateurs. L'objectif était d'obtenir une meilleure appropriation des espaces futurs par ces derniers. De plus, ce projet a donné lieu à une série de rencontres impliquant le voisinage, la communauté de HEC et d'autres professionnels afin d'élaborer le programme fonctionnel :

- ✓ Des activités d'échange avec le voisinage de 2016 à 2021 ;

- ✓ Des ateliers de co-conception depuis janvier 2017 ;
- ✓ Un projet pilote depuis 2016 correspondant à un espace aménagé de 525 m² dans l'édifice Côte-Sainte-Catherine. Celui-ci reflète l'aménagement privilégié pour le projet du centre-ville. Plus de 200 employés et étudiants ont expérimenté et évalué ces espaces.

3.2.3 Cas 3 : Le complexe « DOW »

L'École de technologie supérieure occupe une place prépondérante dans le développement économique et technologique au Québec, et ce grâce à ses activités orientées vers l'enseignement coopératif ainsi que la recherche appliquée. Pour renforcer ce rôle et répondre aux enjeux de la société de demain, notamment les enjeux environnementaux, l'ETS envisage un déploiement. Il est question du recrutement de 150 nouveaux professeurs sur 10 ans et de développer des spécialités de biologie. Tout ceci crée un besoin en termes de laboratoires d'enseignement et de recherche favorisant la proximité entre les professeurs-chercheurs et l'industrie. Face au manque chronique d'espaces, l'école s'engage dans la requalification de l'îlot Dow dans un projet majeur de transformation d'un secteur occupé aujourd'hui par les bâtiments de l'ancienne brasserie Dow (Dossier d'affaires Innovations ÉTS – Projet de requalification de l'îlot Dow). Ce projet de réaménagement est une nouvelle opportunité de collaboration pour le GRIDD et la SQI qui ont une longue tradition de partenariat. Ils présentent à travers le Dossier d'Affaire et d'Innovation (DAI) des innovations en matière de réalisation de projet, telles que la transformation numérique, les approches collaboratives et les approches intégrées. Le DAI propose d'utiliser le complexe « Dow » comme laboratoire vivant pour accélérer l'adoption de ces approches innovantes au Québec axées sur la génération de valeur (Dossier d'affaires Innovations ÉTS – Projet de requalification de l'îlot Dow).

La définition du projet en deux phases, une première suivant une approche traditionnelle de 2018 à 2020, puis une seconde selon l'approche participative. La deuxième phase a été rendue possible grâce au DAI. Le but de cette étude de cas est d'explorer la mise en œuvre de cette approche, son apport à l'identification des exigences du client et les enjeux rencontrés tout au

long du processus. Ce cas est d’autant plus intéressant qu’en raison de contraintes budgétaires le projet connaît une réduction en termes de superficie. L’approche participative semble être une opportunité d’optimiser les espaces afin de réduire les besoins en superficie.

3.3 Collecte de données

La cueillette des données s’est faite en utilisant des sources de données multiples comme recommandé par Yin (2003). Nous détaillons dans cette section les sources utilisées : 1) la revue de la documentation ; 2) les entrevues semi-dirigées ; 3) les questionnaires ; 4) les observations en milieu professionnel.

3.3.1 La revue de la documentation

Myers (2009) indiquait que la revue de la documentation est une méthode de collecte pertinente dans le sens où elle permet l’obtention d’informations importantes sur un phénomène. Les informations obtenues concernent par exemple la manière dont des décisions sont prises -ou encore, les étapes suivies pour la mise en œuvre d’un phénomène. La revue de la documentation nous a servi à collecter des données permettant de comprendre le processus suivi pour l’identification des besoins des clients dans les deux projets s’étant appuyés sur une approche traditionnelle : le laboratoire « LACIME » et « Le complexe DOW ». Elle nous a également servis à identifier les problèmes de l’approche traditionnelle grâce au programme fonctionnel. Le tableau 3.1 présente tous les documents auxquels nous avons eu accès pour les projets.

Tableau 3.1 Liste des documents passée en revue

	Laboratoire « LACIME »	Projet « DOW »
Liste des documents	<div>– Schéma de principe</div> <div>– Plan final</div>	<div>– Programme fonctionnel</div> <div>– Plans</div> <div>– Modèles</div>

3.3.2 Entrevues semi-dirigées

Nous avons effectué les entrevues semi-dirigées avec des professionnels en conception, tels que les architectes responsables du projet LACIME et du projet « Dow », le gestionnaire de projet responsable d'élaboration du PF de 2018 à 2020 (projet Dow), et les utilisateurs (les professeurs et les étudiants). Nous avons sélectionné les candidats selon leur degré d'implication dans la définition du projet et leur rôle. La figure (2.6) présente les profils impliqués durant les Kaizen dans la phase de planification et de programmation.

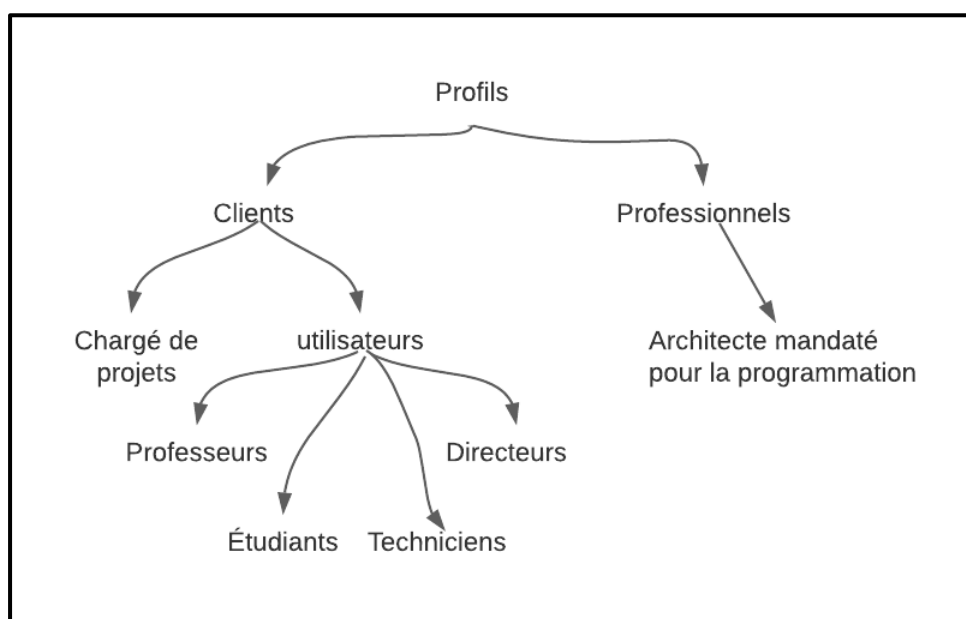


Figure 2.4 Les profils impliqués durant la phase de définition du projet.

Nous avons réalisé des entrevues enregistrées d'environ 30 minutes dans des espaces clos ou via la plateforme de communication collaborative TEAM. Les thèmes retenus sont : la description du processus utilisé pour la définition du projet, les enjeux rencontrés tout au long du processus, la définition du degré d'implication de l'utilisateur et enfin, le recensement des recommandations pour l'amélioration de chaque processus. Le tableau 2.4 donne les détails sur les personnes interrogées, la durée de l'entretien et la date à laquelle il a été réalisé.

Tableau 2. 3 Profils des interviewés et la durée des entrevues.

Cas d'étude	Interviewé	Nbr	Durée	Date
Projet LACIME	Architecte	1	30 min	15/10/2021
	Professeur	1	30 min	12/10/2021
Projet DOW	Architecte	1	30 min	16/03/2022
	Gestionnaire de projet	1	1h 20	10/03/2022

3.3.3 Questionnaire

Dans le cadre du projet Dow, nous avons soumis un questionnaire aux utilisateurs issus du département de génie de la construction de l'ÉTS, englobant des professeurs, étudiants, professionnels. Sur les trente questionnaires envoyés par courriel, seize ont été remplis. Le taux de réponse est donc de 53,33 %. Le format questionnaire nous a permis d'avoir plus de réponses qu'au cours des entrevues. Les entrevues nécessitant plus de temps, certains utilisateurs étaient inaccessibles par ce biais.

Le questionnaire porte sur l'appréciation des Kaizens auxquels les utilisateurs ont participé. Il comporte cinq questions :

1. Quelle est la profession occupée,
2. De 1 à 7 (7 étant la contribution la plus élevée) quelle est votre perception de l'utilité des Kaizen (conception participative) pour s'assurer que le futur projet du complexe « DOW » réponde aux besoins et attentes de la communauté de l'ÉTS ?
3. . dans quelle mesure de 1 à 7 (7 étant la contribution la plus élevée) évaluez-vous l'importance de maintenir ce processus d'implication de la communauté de l'ÉTS tout le long de la conception du projet ? Évaluation.
4. Si vous avez participé à l'élaboration des besoins fonctionnels pour le projet en 2018-2019, dans quelle mesure de 1 à 7 (7 étant la contribution la plus élevée) cet exercice de conception participative a le potentiel d'aider à réaliser un projet qui répondra mieux aux exigences de recherche et de diffusion de la connaissance en 2028 ?
5. Une question ouverte sur leurs suggestions à faire par rapport à cette démarche.

3.3.4 Observation en milieu professionnel

Nous avons réalisé une observation sur terrain en participant à plusieurs rencontres autour de la conception participative et organisées au laboratoire GRIDD. Ces rencontres avaient pour objectif de mettre à jour les besoins en espace des professeurs et d’explorer les potentiels de mutualisation. Nous avons ici opté pour l’observation participante qui permet d’accéder à des informations indisponibles par observation directe (Larivière et al, 2020). Le tableau 3.2 donne les détails sur les rencontres, le nombre de participants, la durée et les thèmes discutés.

Tableau 3.2 Listes des ateliers réalisés

	Date	Atelier	Objectif	Participants	Département
1	13/07/2021	Kaizen 1A	Consolider la vision du futur campus	30	– Tous les départements de l’ETS – GSS
	02/09/2021	Kaizen 1B		30	
2	11/11/2021	Kaizen 2	Exploration des synergies	30	– Tous les départements de l’ETS – GSS
3	09/11/2021	Atelier de préparation Kaizen 3	Mettre à jour les besoins en espace Explorer les potentiels de mutualisation des projets.	17	Génie de la construction
4	07/12/2021	Atelier de préparation du Big Room	- Identifier les cas d’usage -du Big Room (dont la conception participative). -Développer des scénarios d’utilisation du Big Room	5	GRIDD (Génie de la construction)
5	14/03/2022	Atelier de préparation Kaizen 3	Session de travail pour la révision des besoins : Laboratoire CTN	26	Département du génie de la construction
6	12/05/2022	Kaizen 3	Élaboration d’un modèle fonctionnel	17	Département du génie de la construction et mécanique

D’autres observations sur le cas de HEC Montréal ont été effectuées, il s’agit de rencontres sur le projet pilote qui nous ont aidé à identifier les éléments qui ont conduit au succès de ce projet.

3.4 Analyse des données

L'analyse des cas documentés a permis de faire ressortir les concepts et principes de la conception participative. Ensuite, une collecte de donnée a été réalisée par le biais d'entrevues, d'observations et de questionnaires. Enfin, une analyse indépendante pour chaque collecte est réalisée. L'analyse des cas documentés est utile dans le but de faire le repérage rapide des interrelations thématiques lors de la triangulation. L'approche de triangulation consiste à :

1. Retranscrire les enregistrements des entretiens ;
2. Procéder à la lecture globale du matériel, des retranscriptions et des notes d'observations ;
3. Classer l'information recueillie selon les thèmes identifiés dans la revue de la littérature ;
4. Dégager les idées principales et les relations émises pour chacun des thèmes ;
5. Interpréter les relations (concepts, principes et méthodes) dans un discours organisé ;
6. Procéder à l'analyse interprétative.

3.5 La fiabilité et la validation de la méthodologie choisie

Comme pour toutes études, il est essentiel d'assurer la fiabilité de la méthodologie et de valider cette dernière. La fiabilité et la validation sont chacune assurées grâce à deux étapes en interne et en externe.

D'abord pour la fiabilité, l'étape **interne** consiste à assurer la stabilité des données. Pour accroître la fiabilité interne, nous avons suivi les mesures recommandées par Gagnon (2005) :

- ✓ Des descripteurs précis sont utilisés, en incluant le mot par mot afin de rapporter précisément les réponses des répondants ;
- ✓ Les données brutes, enregistrées, sont protégées et accessibles aux chercheurs, pour vérification et confirmation de la véracité des interprétations ;
- ✓ Nos interprétations sont confrontées à celles faites par des pairs afin de vérifier la concordance des résultats.

L'étape **externe** vise à démontrer que d'autres chercheurs obtiendraient les mêmes résultats sur le même cas. Le caractère idiosyncrasique et unique de l'étude de cas rend la fiabilité externe difficile à obtenir (Gagnon, 2005). Pour accroître cette fiabilité externe, nous avons précisé la stratégie de collecte de données de sorte qu'elle soit remplaçable.

Nous procédons également à la définition explicite des concepts et construits, parmi eux :

- ✓ **Les acteurs dominants** : désignent les acteurs qui ont plus de pouvoir que d'autres dans le processus. Selon Carlile (2002), le pouvoir des acteurs a un impact direct sur et le transfert de connaissances.
- ✓ **Participation excessive des utilisateurs** : fait référence à la sur mobilisation des utilisateurs
- ✓ **Priorités et contraintes mal définies** : fait référence par exemple, aux besoins, objectifs, conditions et contraintes qui doivent être considérés comme les plus importants, mais qui ne sont pas clairs ou sont mal définis, selon Hicks et al. (2015), le manque de compréhension et de consensus entre les parties prenantes sur les besoins et les objectifs du projet rend difficile la définition des priorités, ce qui est considéré comme l'un des défis les plus importants de la conception participative (Whelton, 2004).
- ✓ **Langage commun** : dans le contexte du Lean construction, plusieurs auteurs ont souligné l'importance de développer un vocabulaire commun pour faciliter la compréhension et la communication entre les professionnels de la construction et les clients (Blyth & Worthington, 2010 ; Whelton et al., 2001).

Enfin nous avons également fait une description des processus de sélection des informants. Par exemple, nous avons choisi des personnes qui ont participé aux « Kaizen » comme le gestionnaire de projet responsable de l'élaboration du PF.

Ensuite, pour la validation, l'étape **externe** vise à généraliser les résultats. Elle est considérée comme la principale faiblesse de l'étude de cas (Gagnon, 2005). Pour accroître la validité externe de notre méthodologie, nous avons étudié les enjeux et facteurs de succès à l'étape de définition du projet que nous avons comparée au cadre conceptuel développé précédemment dans une autre étude de cas (Chbaly, 2021). Selon Yin (2009), l'étude de cas vise la

généralisation analytique. En d'autres termes, le chercheur essaie de généraliser un ensemble de résultats à une théorie plus large. Enfin, pour renforcer cette validité, nous avons opté pour un autre cas conçu suivant une approche traditionnelle seulement. Bien que ce dernier ne soit pas de la même envergure que le complexe Dow, les deux partagent certaines caractéristiques liées aux activités qu'ils supportent ainsi qu'un autre cas conçu suivant une approche participative. Enfin, l'étape **interne** de validation est considérée comme la principale force de l'étude de cas. L'observation sur le site et la collecte de données qui s'étendent sur une longue période permet une analyse constante et une comparaison des données pour peaufiner les construits et s'assurer qu'ils correspondent à la réalité (Gagnon, 2005).

CHAPITRE 4

RÉSULTATS

Ce chapitre présente les résultats des entrevues semi-dirigées, des observations des Kaizens et de la documentation. Les résultats sont suivis d'une analyse pour chacun des cas : 1) le projet « Lacime », dans lequel les utilisateurs ont manifesté une résistance quant au projet aménagé ; 2) le cas de HEC, dans lequel un processus de gestion de changement avait été mis en place pour aider les utilisateurs à s'approprier les espaces futurs ; 3) le cas du complexe « Dow », dans lequel les deux approches traditionnelle et participative sont utilisées.

4.1 Étude de cas exploratoires

4.1.1 Interprétation des résultats de l'étude de cas du laboratoire « Lacime »

Le projet de réaménagement du laboratoire « Lacime » a été réalisé selon une approche traditionnelle. Cela a conduit à **un manque d'implication** de l'utilisateur final et à une implication hiérarchique, c'est-à-dire que le chargé du projet joue le rôle d'intermédiaire entre l'architecte et les professeurs, conduisant à **un manque de dialogue** et à **un manque de vision commune**.

Cette approche a entraîné beaucoup d'enjeux qui ont une répercussion sur les délais de livraison et notamment le coût. Cela entraîne des changements au niveau de la configuration des espaces et le type de mobilier utilisé. La figure 4.1 présente une carte conceptuelle sur l'adoption de l'approche traditionnelle dans le laboratoire Lacime

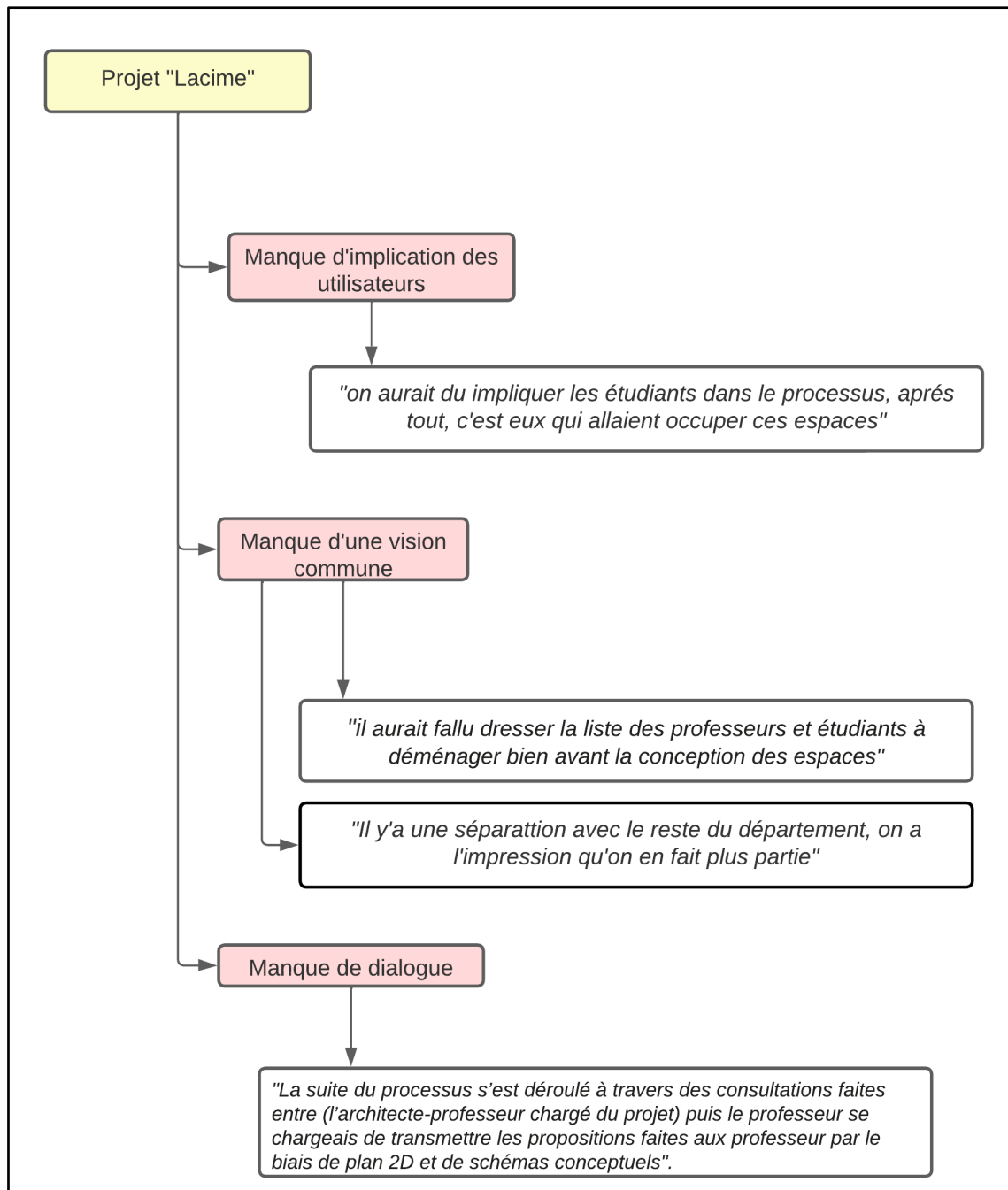


Figure 4. 1 Carte conceptuelle illustrant l'adoption de l'approche traditionnelle dans le laboratoire « Lacime »

4.1.2 Interprétation des résultats de l'étude de cas de « HEC »

L'équipe de projet de HEC a mis en place un processus de conception participative pour la réalisation du nouveau bâtiment au centre-ville. L'équipe a eu recours au **benchmarking** afin d'évaluer leur potentiel besoin. Ensuite ils ont mis en place un projet pilote qui matérialise le type d'espace souhaité. Ce projet pilote a permis d'**impliquer les utilisateurs**. En fait, chaque fois une nouvelle équipe vient s'installer physiquement dans le projet et expérimente les espaces, ces équipes sont accompagnées par une équipe **de gestion des changements** pour les accompagner et leur faciliter la transition et l'adaptation au nouveaux espaces qui seront projetés. Ensuite, les équipes répondent à des questionnaires assez élaborés, pour permettre une évaluation des espaces et un réajustement, le programme fonctionnel s'est réalisé de manière **itérative** ce qui a permis de colliger et de faire le suivi des exigences des utilisateurs. Cette rétroaction et la réaction de l'équipe de gestion de changement face aux commentaires des participants suscite de l'engagement et de l'appropriation du projet par ces derniers. La figure 4.2 illustre une carte conceptuelle sur les facteurs qui ont amené à la réussite de ce projet.

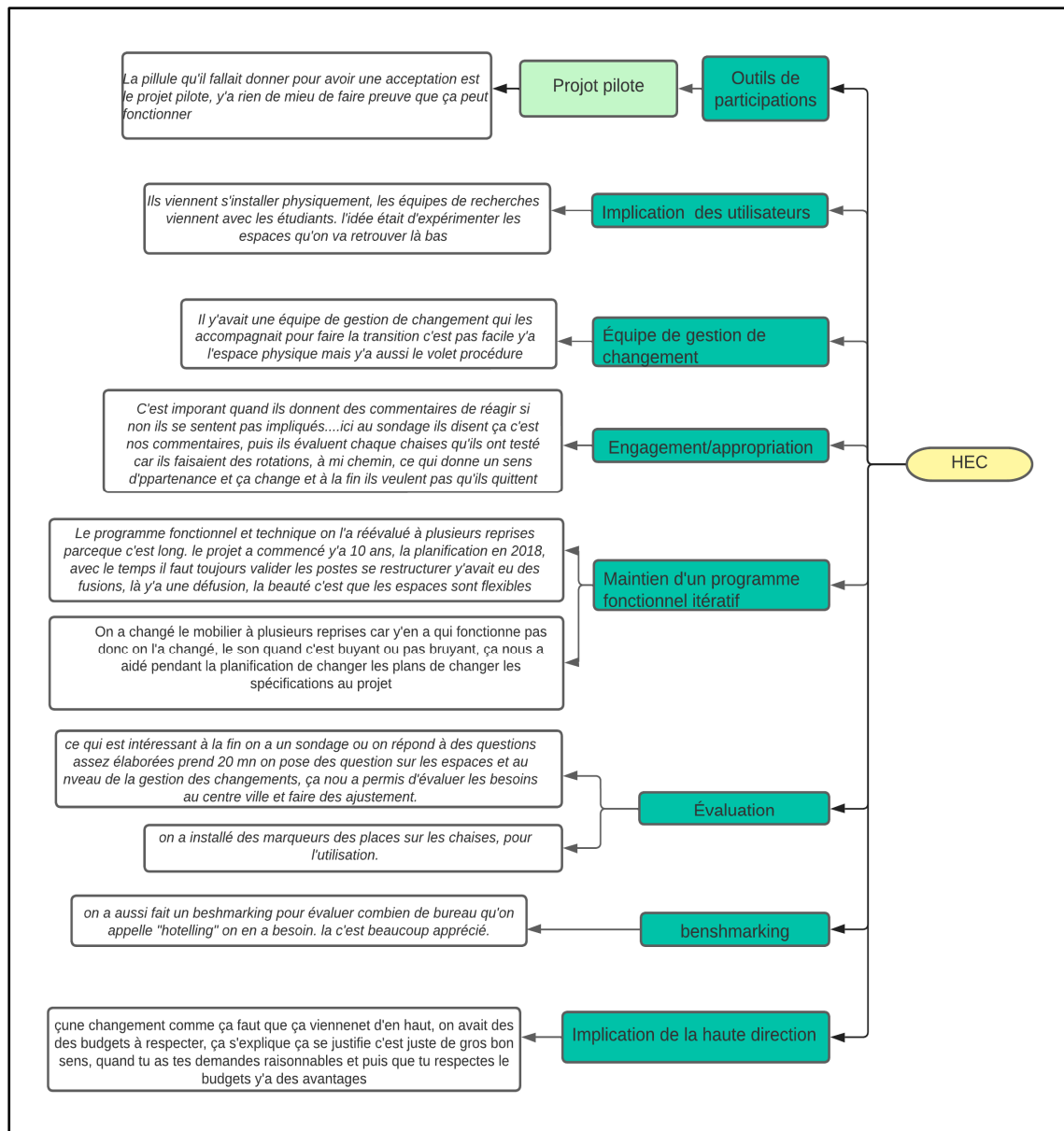


Figure 4. 2 Carte conceptuelle illustrant l'implantation d'une conception participative Dans le cas du HEC.

4.2 Étude de cas approfondi sur le complexe « Dow »

4.2.1 Cheminement du projet « DOW »

Le complexe « Dow » est considéré comme un projet majeur, car tout projet d'infrastructure publique (ex. : hôpital, école, palais de justice) dont le coût total estimé est égal ou supérieur à 50 millions de dollars est considéré comme majeur. La SQI est alors responsable de la planification, la réalisation et le suivi du projet : elle participe à toutes les phases du projet, commençant par l'étude de faisabilité à la livraison des lieux, en passant par la préparation du dossier d'opportunité et d'affaire dont il est nécessaire d'obtenir l'approbation du Conseil des ministres. Le projet se trouvant encore à la phase de démarrage a débuté dès la fin de l'année 2019 pour être livré en 2028. Le cheminement du réaménagement du complexe « Dow » comporte cinq étapes : 1) Avant-projet ; 2) Démarrage ; 3) Planification ; 4) Réalisation ; 5) Clôture. Il est nécessaire d'obtenir l'autorisation du Conseil des ministres après chacune des trois premières étapes pour procéder à la suivante. La figure 3.3 représente le cheminement et les autorisations requises d'un projet majeur d'infrastructure publique de 50 M\$ et plus.

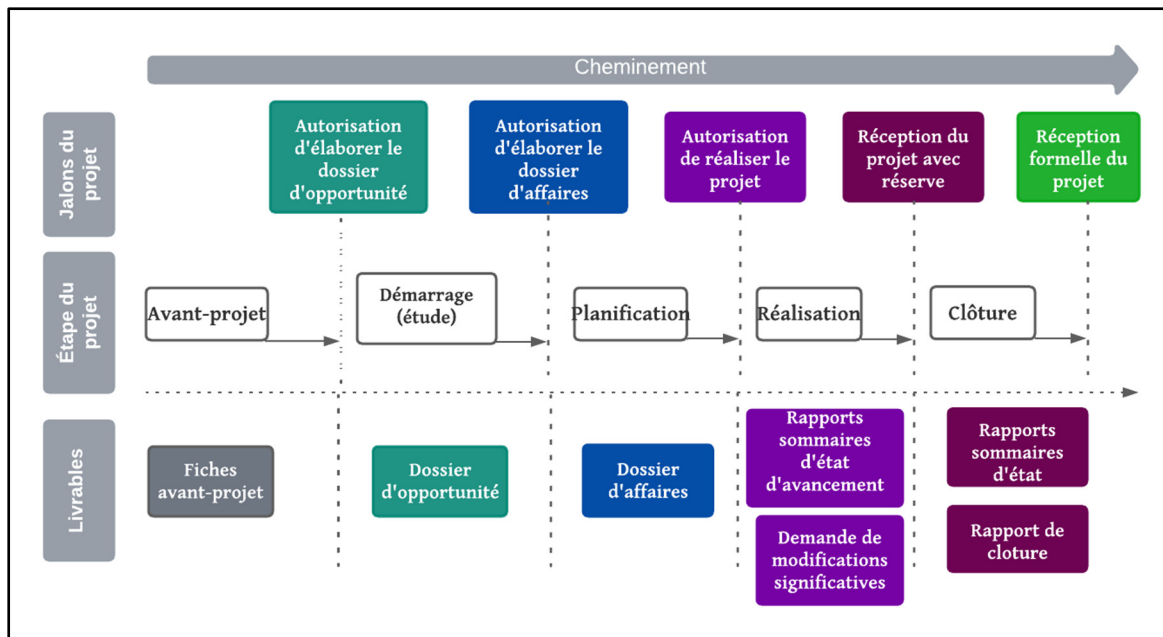


Figure 4. 3 Cheminement d'un projet majeur d'infrastructure publique
Tirée des Directives sur La Gestion des Projets majeurs d'infrastructure publique (2019)

a) Avant-projet

L'objectif principal de cette étape est de déterminer le besoin, l'université entreprend des exercices de planification décennales tous les 3 ou 4 ans, ce qui va permettre de déterminer les EETP (étudiant équivalent à temps plein), ce dernier fournit la courbe de croissance du nombre d'étudiants, ce qui permet ainsi de donner une estimation des activités universitaires dans les 10 prochaines années et déterminer les déficits en surface de l'ETS.

Une fiche d'avant-projet est alors produite et est présentée au Conseil des ministres afin qu'il autorise le projet, cette fiche doit démontrer qu'une seule solution immobilière peut répondre aux besoins. Si le projet est autorisé par le trésor, le projet est alors inscrit au plan québécois des infrastructures, impliquant ainsi la SQL.

b) Démarrage

Cette étape vise la préparation d'un dossier d'opportunité. Il recommande au Conseil des ministres la meilleure option à long terme pour répondre aux besoins. Ce dossier présente la

répartition annuelle des investissements requis pour réaliser l'option recommandée, ainsi que les sommes nécessaires pour élaborer le dossier d'affaires. À cette étape, l'avis du Secrétariat du Conseil du trésor doit être obtenu. Par la suite, si le dossier est approuvé par le Conseil des ministres, le projet est inscrit au plan québécois des infrastructures, dans la catégorie des projets « En planification ».

c) Dossier d'opportunité

Le dossier d'opportunité est le livrable qui doit être fourni à la fin de l'étape de démarrage. Il correspond à l'ensemble des besoins et exigences du client avec les approbations nécessaires pour passer aux étapes de conception préliminaire. Ce document permet d'évaluer la pertinence du projet en considérant les coûts et délais du projet. L'approbation de ce document est cruciale pour passer aux étapes suivantes du projet.

Dans cette étape, la SQI a engagé des professionnels de la conception pour identifier les besoins des professeurs et les traduire en un ensemble d'exigences dans un document appelé le programme fonctionnel. Ce dernier comporte les espaces nécessaires, leurs superficies et des diagrammes établissant les liens fonctionnels entre les différents espaces. La première étape consiste à demander à chaque département quels sont leurs objectifs et leurs projets académiques. Puis les professionnels les ont rencontrés pour déterminer leurs besoins en superficie, etc. Ce document servira de référence principale aux architectes pour traduire ces exigences fonctionnelles en une conception spécifique. Il fait également partie des documents utilisés pour produire le « Dossier d'opportunité » exigés par le Conseil des ministres du Québec.

4.2.2 Préparation du programme fonctionnel du complexe « Dow » selon l'approche traditionnelle

L'élaboration du programme fonctionnel suivant l'approche traditionnelle s'est déroulée d'octobre 2019 à mars 2020 à l'aide des étapes suivantes :

1. La collecte des informations sur l'existant. Cette étape a été complétée par une collecte des besoins auprès des experts techniques et chargés de laboratoire à l'aide d'un gabarit Excel réalisé par la firme mandatée ;
2. L'élaboration des diagrammes fonctionnels préliminaires. Pour cela, la firme s'est appuyée sur les bases de données collectées ;
3. L'organisation de rencontres. La firme en a organisé trois pour élaborer le PF avec le directeur du bureau du projet complexe Dow, le chargé de projet de l'ETS et les directeurs pour confirmer les besoins. La figure 4.4 présente le cheminement de la définition du projet du Dow selon l'approche traditionnelle.

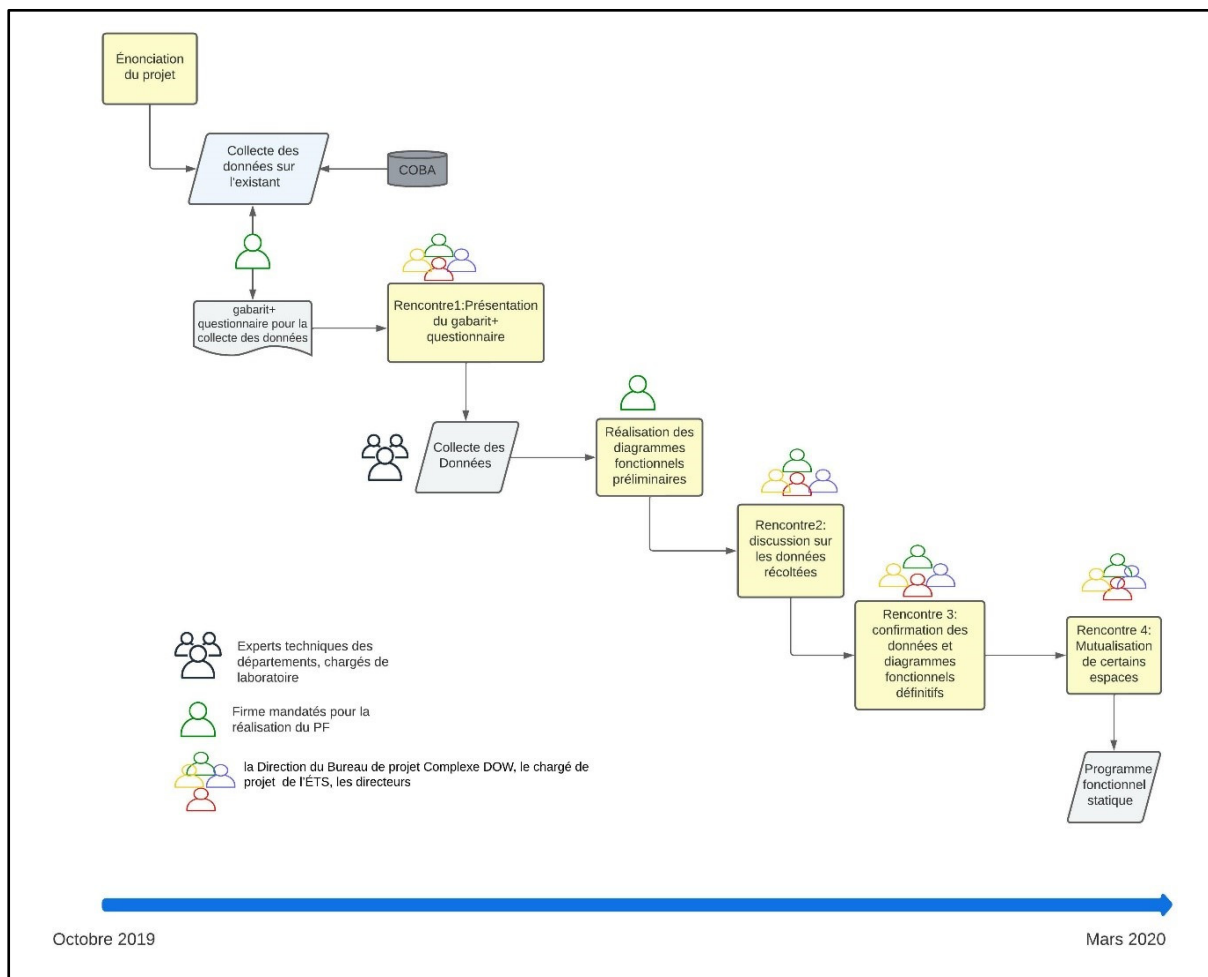


Figure 4.4 Cartographie du processus de programmation du complexe « Dow » suivant l'approche traditionnelle.

Le programme fonctionnel est soumis à un cadre très rigide, imposé par le Conseil du trésor qui implique de geler le programme fonctionnel afin d'obtenir l'approbation du Dossier d'opportunité. Cependant, dans un projet complexe de longue durée et soumis à des variations, certains chercheurs participant à l'élaboration du programme fonctionnel ne seront plus présents à la fin du projet (départ en retraite, changement d'établissements, etc.). Ainsi, fixer le programme en amont du projet constitue un défi, car il risque de ne pas correspondre aux besoins des futurs utilisateurs sur un horizon de huit ans. Ceci représente un élément déclencheur de la conception participative.

4.2.3 Déroutement du processus de définition du projet suivant l'approche de conception participative

Dans le projet Dow, trois ateliers, appelés « Kaizen », ont eu lieu. Deux ateliers couvrent l'étape de définition du projet afin de développer le dossier d'opportunité et le programme fonctionnel. Ces Kaizens visent à éclairer les professionnels, la SQI et tous les intervenants qui développent la solution immobilière afin d'assurer l'adéquation entre les aménagements et les besoins futurs de l'enseignement et de la recherche. Le thème principal abordé durant ces Kaizens est la vision sur la modernisation du futur campus et l'exploration des différentes synergies entre les travaux de recherche. Quant à la taille des locaux, leurs surfaces, l'emplacement spécifique des laboratoires, ceux-ci n'ont pas été abordés.

Nous concentrons notre recherche sur les départements de génie de la construction et de génie mécanique. Le tableau 4.1 décrit le processus suivi en termes de recensement des besoins des professeurs et des étudiants.

Tableau 4. 1 Différentes activités Lean mises en œuvre lors de la définition du projet Dow

Phase	Planification		Programmation	Conception préliminaire
Approche	Conception participative			
Atelier	Kaizen 1		Kaizen 2	Kaizen 3
	A	B	A	A
Thème	Consolidation de la vision	Développement de principes directeurs	Valeur ajoutée et synergies	Développement du modèle fonctionnel
Participants	Communauté universitaire de l'ETS (utilisateurs) Facilitateur de la conception participative	– Communauté universitaire de l'ETS (utilisateurs) – Facilitateur de la conception participative	– Communauté universitaire de l'ETS (utilisateurs) – Facilitateur de la conception participative	– Département du génie de la construction et génie mécanique – Facilitateur de la conception participative
Exercices	Définir en des mots les caractéristiques du futur campus Enjeux et synergie Échange sur la vision	1. Développer la vision du futur campus. 2. Ressortir les principes directeurs	– Développer les principes directeurs – Explorer les synergies	– Déterminer l'emplacement des grands blocs. – Établir les liens fonctionnels entre les laboratoires

4.2.3.1 Déroulement du Kaizen 1 : Consolidation de la Vision

Le Kaizen 1 du projet « DOW » s'est déroulé en deux temps. Le premier atelier correspondant au Kaizen 1A s'est déroulé le 13 juillet 2021 avec 30 participants (des professeurs de chaque département, des étudiants, des employés de la bibliothèque, STI, SGAI, BGP, DG). Le second atelier correspondant au Kaizen 1B s'est déroulé le 02 septembre 2021 avec les mêmes participants. Chaque atelier commençait par un rappel des règles de fonctionnement : le respect (vis-à-vis de chacun, et de chaque question et avis), le dialogue et l'échange.

✓ Kaizen 1A

L'objectif de cet atelier est d'aligner la vision du campus entre les différents départements. La réunion s'est tenue sur la plateforme de communication virtuelle « Zoom » en raison du contexte de pandémie mondiale (COVID-19). L'atelier a débuté par un exercice appelé « se parler et se connaître ». Au cours de cet exercice, chaque département présentait sa population

étudiante et professorale, ou encore ses projets d'enseignement et de recherche. Lors d'un second exercice, les participants choisissaient « les mots qui définissent le futur campus » à l'aide de « Post it » numériques. Ces mots ont permis de sélectionner 6 thèmes principaux de discussions : 1) humain, 2) innovant, 3) ouvert/collaboratif, 4) stimulant/inspirant, 5) flexibles, 6) lumineux. À la suite, les participants, répartis en deux groupes, ont été invités à identifier les enjeux entravant l'exercice de leurs missions et les synergies entre les différents départements pouvant améliorer leur travail. L'atelier s'est terminé par une mise en commun, au cours de laquelle chaque département a exposé sa vision d'avenir de l'ETS sur un horizon de dix ans ainsi que les enjeux décelés dans son groupe. Un dialogue entre les professeurs, étudiants et employés a permis d'explorer de nouvelles possibilités et de soulever des questions pertinentes. Cet exercice constitue un repère permettant de guider tout le processus de définition de projet.

✓ **Déroulement du Kaizen 1B**

Cet atelier s'est réalisé dans les mêmes conditions que le premier. Il a débuté par une rétrospection sur le Kaizen 1 afin de rappeler les points importants qui en sont ressortis. Le facilitateur a ainsi rappelé les trois principaux enjeux communs à chaque département. Ensuite, chaque département a développé sa propre vision du campus sur un horizon de dix ans, de façon à identifier les éléments convergents entre les départements et à unifier leur vision. Cet exercice a permis de faire ressortir les principes directeurs qui serviront de repère tout au long du processus de définition du projet et de conception. Ces principes directeurs sont : 1) l'enseignement et la recherche ; 2) la proximité avec l'industrie ; 3) l'environnement et le service de soutien ; 4) les technologies ; 5) le milieu de vie et l'intégration dans la communauté ; 6) le campus écoresponsable. Enfin, les participants répartis en deux groupes ont développé chaque principe directeur, ce qui a permis à chaque département de développer un scénario pour chacun des principes directeurs.

4.2.3.2 Déroulement du Kaizen 2

Cet atelier s’est tenu le 11/11/2021 dans les mêmes conditions et avec les mêmes participants que le Kaizen 1. Les objectifs étaient : 1) d'affiner les principes directeurs pour guider le projet de planification, 2) d’explorer les axes de mutualisations et l’approche d’intégration des services partenaires qui servira à l’élaboration de schéma organisationnel futur (prochain Kaizen).

Lors de cet atelier, tous les participants ont présenté leurs besoins, sans pour autant entrer dans les besoins spécifiques d’emplacement, d’espaces, de mobilier ou d’équipements. Le premier exercice était directement lié au premier objectif, soit l’affinement des principes directeurs. Les participants, répartis en 2 groupes, ont développé 3 principes directeurs différents.

Les professeurs ont développé chacun des principes directeurs et ont exprimé leurs attentes et aspirations par rapport à chaque thème, par exemple pour le principe directeur de technologie, les départements souhaitent doter les salles d’enseignement, les salles collaboratives et les laboratoires d’infrastructures requises et standardisées pour supporter des environnements virtuels, l’interaction à distance et une connectivité efficace, etc. Dans un second exercice, les professeurs ont développé les potentiels de mutualisation avec les autres départements. L’exercice s’est terminé par une mise en commun des travaux de tous les groupes. Des diapositives résumant les points essentiels issus des travaux des deux groupes ont été soumises à la validation des professeurs.

4.2.3.3 Déroulement du Kaizen 3 Modèles fonctionnel du pavillon A

Ce dernier atelier s’est tenu le 12/05/2022 sur la plateforme collaborative TEAM avec 18 participants du département de génie de la construction, de génie mécanique et SGAI. L’objectif global était d’établir un modèle fonctionnel en considérant certaines contraintes pour le développement des scénarios. Pour cela, ce Kaizen devait permettre de déterminer l’emplacement des grands blocs et d’identifier les laboratoires candidats à positionner au Rez-de-chaussée et dans les espaces libérés.

Les liens fonctionnels ont été établis suivant des critères tels que : 1) la mutualisation des équipements ou des espaces ; 2) le déplacement fréquent du personnel, dont les techniciens ou les professeurs. Pour l'exercice les participants ont formé deux groupes. Chaque groupe a identifié les laboratoires et leurs emplacements dans chaque plan. Pour cela il était essentiel de partager un langage commun, car la nomenclature était différente entre la base de données COBA et celle utilisée par les professeurs. La figure 4.5 représente le modèle fonctionnel issu du dernier Kaizen.

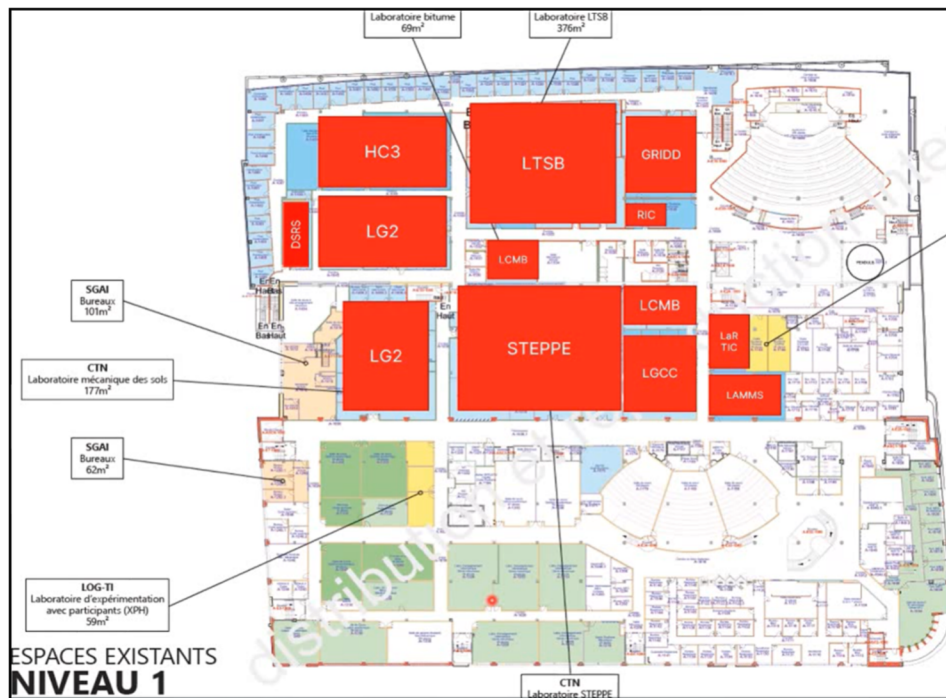


Figure 4. 5 Model fonctionnel établi durant le Kaizen 3

Ensuite, les participants ont validé le type de besoins pour chaque laboratoire, tels qu'un besoin d'agrandissement, un besoin de relocalisation ou bien un laboratoire lourd nécessitant un emplacement au rez-de-chaussée. Après cette étape, une matrice de proximité avait été établie, des liens tels qu'essentiel, important ou faible entre les laboratoires ont été identifiés. Enfin l'exercice s'est soldé par une mise en commun entre les deux groupes sur les axes de mutualisation entre le département génie mécanique et génie de la construction.

4.2.3.4 Ateliers de préparation du Kaizen 3

Des facilitateurs ont été désignés parmi les participants pour préparer tous les participants aux Kaizens. Ces préparateurs ont été les catalyseurs de cette responsabilité, en travaillant en tant qu'agents de changement. Ils ont permis d'impliquer les principales parties prenantes et de les guider dans les activités de définition de projet. Cette organisation a :

- ✓ Aidé les participants à mettre le point sur leurs enjeux. Par exemple le Laboratoire de structure lourde et les espaces de SGAI nécessitent d'être à proximité du quai de déchargement ;
- ✓ Permis aux participants d'avoir un regard critique sur leurs besoins. Par exemple, l'analyse des besoins de superficie a mis en évidence que les superficies actuelles sont de 1632,7 m², soit assez proches des besoins actuels estimés à 1636 m² alors que le programme fonctionnel prévoyait un besoin de 2221 m². La figure (4.6) montre l'écart entre les besoins actuels et ceux du programme fonctionnel.

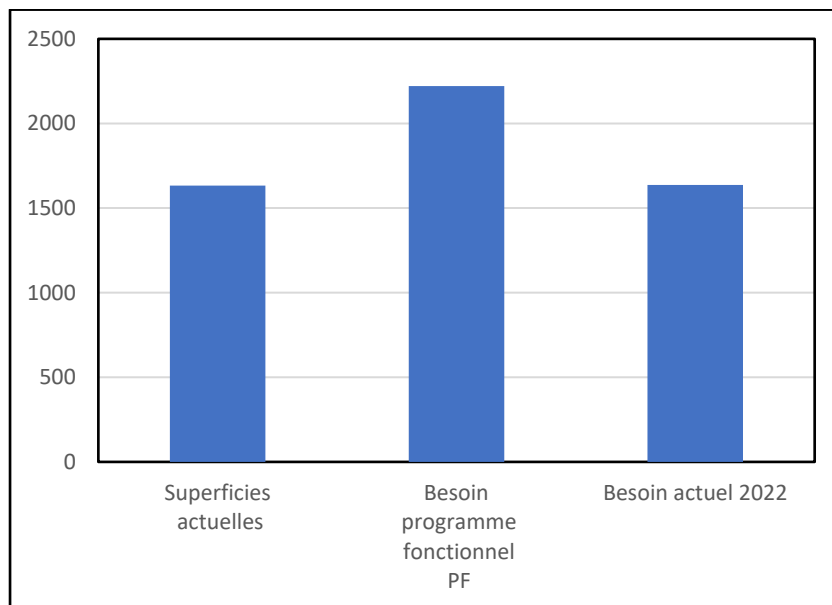


Figure 4. 6 Écart entre les besoins en surface indiqués dans le PF et les besoins en surface actuels.

4.3 Interprétation des résultats

Dans cette section nous analysons les résultats des entrevues semi-dirigées ainsi que les observations des Kaizens. Nous commençons par identifier les écarts entre l'approche traditionnelle et participative du réaménagement de l'îlot « Dow ». Nous comparons ces écarts aux résultats de l'étude de cas du laboratoire « Lacime ». Ensuite, à travers l'analyse de cas documentés, nous identifions les écarts entre la mise en œuvre du *Lean Led Design* dans le milieu hospitalier et dans l'enseignement supérieur. Enfin, à partir des résultats de l'étude de cas du nouveau bâtiment de HEC nous tirons des enseignements sur ce qui a conduit au succès de l'élaboration du programme fonctionnel avec une approche participative.

4.3.1 Des exigences dynamiques et évolutives dans les projets complexes

Le programme fonctionnel représente le document de synthèse de la définition de projet. Il est considéré comme la principale référence pour les professionnels de la conception. Cependant, il s'agit toujours d'un document statique où les exigences des clients sont définies, obtenues et figées au début d'un projet. Or, comme nous l'avons constaté dans le cas du complexe Dow ou du projet « Lacime », les exigences du client sont en constante évolution. Dans le complexe « DOW », le chargé de projet a déclaré que *« Le pf a été réalisé selon une collecte de besoins en 2018, puis fait en 2019. Cette récolte est basée sur tous les besoins que l'ETS aurait sur un horizon de 10 ans »*. Pourtant, lors des ateliers de conception participative, de nouveaux besoins ont pu être identifiés, tels qu'un nouveau laboratoire de recherche sur l'automatisation de la construction numérique et la fabrication numérique. De même, des facteurs externes influençant les besoins des utilisateurs ont été révélés. Par exemple, l'impact de la COVID et de la pandémie mondiale a été soutenu par le chargé de projet : *« L'enjeu aussi qui est arrivé [...] était toute la question des espaces, avec la COVID. Est-ce que ce sont les mêmes besoins ? Il y avait une certaine façon de faire la vision d'aller vers des espaces de travail collaboratif, ouvert au lieu de se poser cette question »*.

Le temps qui s'écoule entre la programmation initiale et les autres phases du projet donne lieu à un paysage très différent, et donc à des besoins différents. Cette situation est liée à plusieurs facteurs qui échappent au contrôle des professionnels :

- ✓ L'innovation et l'avancée en matière de nouvelles technologies dépassent le temps de construction des projets complexes. Cette obsolescence induit des changements inévitables sur un projet de plus de 5 ans ;
- ✓ L'évolution du paysage géopolitique, par le départ ou le remplacement des principaux acteurs, ou encore par la non-obtention d'une subvention de recherche, peut modifier les exigences en matière d'utilisation de l'espace.

Le manque de capacité à gérer l'évolution des exigences est l'un des principaux facteurs qui contribuent aux retards et aux dépassements de budget des projets de construction, et donc à l'insatisfaction des clients. De plus, des changements tardifs ont un impact bien plus grand sur le coût et la durée d'un projet. Les exigences documentées doivent donc être modifiées et changées. Enfin, la conception traditionnelle ne prend pas en compte la priorisation des besoins tels que la nécessité de livrer certains laboratoires avant d'autres.

Ces facteurs sont principalement dus à la participation limitée du personnel et à un gel de l'étape de programmation. Cela entraîne une absence de dialogue et de communication des besoins par les participants, et conduit à la négligence de l'évolution des exigences du client.

4.3.2 L'implication de l'utilisateur final

Parmi les enjeux de la conception traditionnelle du « DOW », nous trouvons :

- ✓ L'implication de l'utilisateur final. Ici, les étudiants n'ont pas été inclus au processus.
- ✓ La nature de l'implication. Ici, elle est consultative, c'est-à-dire que les directeurs récoltent les besoins auprès des professeurs et des chargés de laboratoire, avant de les transmettre à la firme. Cette dernière traduit ces besoins en diagrammes fonctionnels et en tableaux des besoins. L'Architecte chargé de réviser le programme fonctionnel a déclaré que « *Les profs avaient été consultés dans un certain sens, mais pas dans le cas*

d'une démarche de conception participative c'était plus de la consultation des usagers peut être plus traditionnelle » ;

- ✓ Le niveau de l'implication des usagers. Ici, elle est hiérarchique et fragmentée. Le chargé de projet a indiqué que *« pour une description des besoins de ces départements-là, on avait préparé des fiches avec questionnaire sur différents éléments sur chacun des locaux dont on aurait besoin, puis on a envoyé ça à chacun des directeurs pour qu'ils s'en servent comme guide pour poser les bonnes questions aux professeurs »*.

Ces enjeux ont été aussi identifiés dans le projet de réaménagement du laboratoire « LACIME ». Le résultat pour ce projet est une résistance des professeurs à déménager dans les nouveaux bureaux. Un professeur appartenant au laboratoire a déclaré que *« la liste des professeurs qui devaient déménager aurait dû être dressée dès le départ. Alors qu'ici on l'a construit puis là on essaie de convaincre les professeurs d'y déménager »*. Généralement dans les projets de construction, le représentant du client est le seul à être impliqué. Il est chargé de jouer le rôle de l'intermédiaire entre les utilisateurs et l'architecte. Dans le cas présent, l'architecte a déclaré : *« j'avais préparé des schémas conceptuels, que j'ai présentés au représentant du client, qui lui à son tour les a présentés aux professeurs, après l'approbation des schémas conceptuels. J'ai présenté une autre fois des plans 2D au représentant du client, qui est allé chercher les approbations des professeurs »*. Une création de silos, architecte-représentant du client et représentant-professeur, a conduit à une création de deux écarts :

- ✓ Le premier entre les besoins des utilisateurs et leur perception par l'équipe de direction,
- ✓ Le deuxième entre la perception des besoins des utilisateurs par l'équipe de direction et leur traduction en spécifications de conception par les architectes.

De plus, les étudiants qui devaient occuper ces espaces n'ont pas été consultés. En général, l'implication de ce type d'utilisateurs demande plus d'effort de la part de l'équipe de conception, ce qui provoque un frein à leur consultation. À ce sujet, l'architecte a déclaré *« un des points qu'on aurait évités, on aurait peut-être dû consulter les étudiants, car finalement ce sont les étudiants qui occupent ces espaces à temps plein. Peut-être qu'en les consultant ils auraient vu que certains éléments ne marchaient pas »*. En conclusion, améliorer l'implication de l'utilisateur final dans le processus de définition de projet est primordial pour une meilleure

prise en compte des exigences et surtout le suivi de leur évolution. Le recours à une approche participative dans le projet « Dow » a permis de soulever plusieurs problèmes pertinents. Le tableau 4.2 présente quelques écarts entre la conception participative et traditionnelle du « Dow » et l'apparition de besoins non identifiables sans une implication de l'utilisateur et le maintien d'un programme évolutif et itératif.

Tableau 4.2 Écart des exigences utilisateurs entre la conception participative et traditionnelle

Écart	Conception participative	Conception traditionnelle
Implication des parties prenantes	Directeurs départements, professeurs, étudiants, administrateurs, techniciens labos, chargé de projet de l'ETS et direction du bureau de projet complexe Dow	Directeurs des départements, chargé de projet de l'ETS et direction du bureau de projet
	Colocalisation/Atelier Kaizen	Rencontre ponctuelle
Vision holistique des besoins	Identification d'un besoin d'agrandissement de 120 m ² pour LGCC	Absence des besoins liés au laboratoire HC3
	Un nouvel espace collaboratif	
	Un nouveau laboratoire d'innovation en construction	
Évolution des besoins	Besoins de création d'un nouveau laboratoire de recherche sur l'automatisation de la construction numérique et la fabrication numérique.	Besoin non identifié
Priorisation des besoins	Le projet LabE-PV doit être livré dans 2 ans.	Planifié pour être livré dans 10 ans

4.3.3 Le mode d'approvisionnement, les contraintes budgétaires et le temps

Bien que l'approche de définition de projet ait changé, le modèle d'approvisionnement reste inchangé. : le projet obéit à un cadre financier très rigide. Les méthodes de livraison contractuelles se concentrent sur le respect des coûts alloués au projet et ignorent généralement les besoins. Cela entraîne parfois des inefficacités dans la première phase de conception, et dans de nombreux cas, une valeur moindre pour le client. Le gestionnaire du projet a souligné que « *La démarche du DO avait beaucoup d'autres éléments entre autres l'approbation du ministère, il y a un financement qui vient du ministère qui limite les superficies qui seront accordées, l'enjeu c'était d'avoir une rétroaction de ce qui était approuvé comme dimension comme superficie et ce qui allait être financé pour pouvoir rationaliser s'il y'a lieu* ». Or même si cette démarche permet une conception collée aux coûts et aux délais, cela n'épargne pas des

modifications dans la phase d'exploitation, lesquelles sont dues au manque d'implication de l'utilisateur final, tel que dans le projet « Lacime » (Tableau 4.3). Plusieurs modifications sont à réaliser pour accommoder les espaces aux remarques soulevées. Cela concerne par exemple les problèmes acoustiques, un même espace de travail pour tout le monde, ou encore la division des espaces collaboratifs. Ces adaptations souhaitées par les professeurs comme par les étudiants, entraînent des délais et des budgets supplémentaires. Globalement, lorsque les besoins des utilisateurs ne sont pas pleinement compris et saisis dans un projet de construction, de multiples modifications de la conception au cours du projet sont à prévoir.

Tableau 4.3 Modifications, coûts et délais supplémentaires à apporter au projet « Lacime »

Modifications	Coût \$	Délais
Diviser une aire collaborative (1) et fermer avec portes	10 k	6—12 mois
Fermer l'aire collaborative (2) avec une porte	5 k	6—12 mois
Ajouter des panneaux acoustiques aux murs dans les espaces ouverts afin d'améliorer l'acoustique	50k-100k	6—12 mois
Bandes de givrages à mi-hauteur pour les bureaux des professeurs	5 k	1—3 mois

La seconde partie du PF a été réalisée dans un mode de conception participative. Les interviewés ont tout de suite reconnu l'avantage d'impliquer les utilisateurs finaux dans la définition de projet. Le chargé de projet affirme que « *Faire les deux en même temps ça a tout de suite une valeur de tout de suite aborder la mutualisation. Au lieu de le faire en 2 étapes, on aurait probablement gagné du temps* ». Une mobilisation précoce de l'utilisateur permet à l'architecte d'identifier plusieurs enjeux auxquels il n'aurait pas prêté attention. Cependant, nous constatons que la question de coût revient souvent lors des ateliers participatifs. Ce point peut constituer un frein à l'innovation et à l'atteinte du plein potentiel des ateliers participatifs. Selon le chargé du projet « *à la fin on serait revenu au même point dans ce projet-ci. Parce qu'on a juste un nombre d'espaces limité, il faut voir ce qui rentre dans cet espace-là. Même si on a envie de faire quelque chose de plus global,* " Il ajoute qu'« *il y'a toujours une question de coût, [qu'] il y avait un cadre financier relativement rigide. Faire une démarche participative, ça exige d'ouvrir les portes, est-ce qu'il y aurait cette disponibilité-là? L'avantage de l'approche traditionnelle est beaucoup plus collé sur les objectifs financiers du*

projet en revanche la démarche participative pourrait être difficile à gérer les besoins ». Malgré tout, le projet doit obéir à une série d’approbations imposées par le conseil des ministres et le Conseil du trésor. Une démarche traditionnelle ne permet pas toujours de respecter les coûts. Cela a d’ailleurs été le cas pour le projet « Lacime ».

En conclusion, si le cadre financier et le mode d’approvisionnement restent de type transactionnel, la conception participative ne peut pas atteindre son plein potentiel.

4.3.4 Le Lean dans le milieu universitaire

La philosophie Lean est déjà acceptée dans la gestion des soins de santé. Les praticiens et le personnel mettent en œuvre le *Lean healthcare* afin d’améliorer continuellement leur travail. Pour cela, ils mettent l’attention sur le patient en identifiant ce qui est important et en éliminant le gaspillage. Ainsi, le *Lean healthcare* soutient la mise en œuvre du *Lean Led Design*, qui tire d’ailleurs ses principes du *Lean healthcare*. Autrement dit, il existe déjà un cadre formalisé pour la mise en œuvre d’une telle approche dans un milieu hospitalier. Pour le projet « Dow » qui est un projet académique, le Lean n’est pas très répandu. Aussi, il n’existe pas de cadre formalisé pour sa mise en œuvre. Par exemple, il n’est pas clairement établi sûr quel client le Lean doit se concentrer, ou encore sur quels gaspillages il faut se concentrer. Enfin, l’application de cette approche nécessite une réelle adhésion de la haute direction.

4.3.4.1 Définition des flux et les gaspillages

Un hôpital Lean vise à améliorer les flux des patients et leurs trajectoires, ainsi que le flux des médicaments, du matériel et de l’information en identifiant les gaspillages rencontrés par le personnel. Par analogie, 4 gaspillages sont identifiés durant les observations des Kaizen et les visites sur le site. Ces gaspillages sont résumés dans le Tableau 4.4.

Tableau 4.4 Exemples des gaspillages observés dans le pavillon A

Types de gaspillages	Exemples de problèmes observés	Intervenant
Stockage	Manque d'espace pour l'entreposage : corridor envahi par les matériaux. Entreposage dans le stationnement : risques liés aux inondations	Professeur A.
Non-utilisation des ressources et du personnel	Productivité affectée par des processus fragmentés : beaucoup d'équipements sont les mêmes dans différents laboratoires, alors que les utilisateurs ne sont pas au courant. Ils apprennent souvent qu'un équipement existe déjà lorsque la demande est déjà faite.	Professeur B.
Attente	File d'attente créée par un manque de coordination et un manque de flexibilité des espaces : trop grand délai entre la réception d'un équipement et son installation.	Professeur B.
Transport	Le transport multiple de matériaux, et les déplacements des techniciens dans la journée sont liés à la fragmentation des départements	Technicien

Pour réduire les gaspillages « non-utilisation des ressources », chaque département a collecté la liste des équipements disponibles dans ses laboratoires ainsi que leur potentiel de mutualisation. La Figure 4.7 synthétise la liste des équipements du laboratoire « STEPPE » et leurs taux d'utilisation ainsi que leur potentiel de mutualisation.

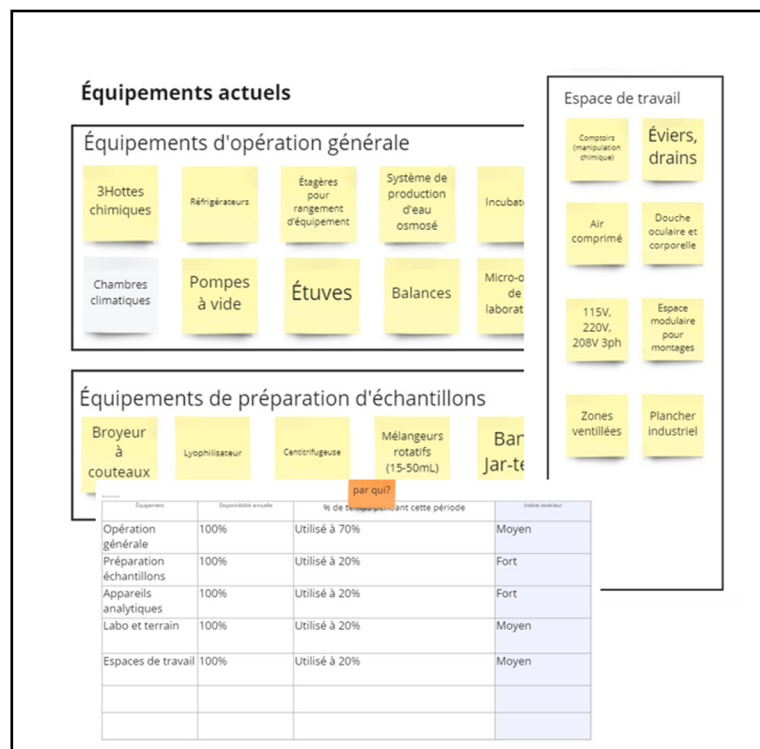


Figure 4. 7 Exemple de liste des équipements potentiels à la mutualisation

Concernant les gaspillages « transport », les participants aux ateliers de préparation ont élaboré un organigramme soulignant les liens fonctionnels et les flux de laboratoires. Ces informations n'ont pas été prises en compte dans le « Kaizen 3 », qui s'est articulé autour des besoins de proximité entre chaque département. Selon un des participants à l'atelier *« beaucoup de temps a été consacré, pendant l'atelier 3 à des révisions qui auraient dû être faites avant la tenue de l'atelier pour mieux optimiser le temps avec les participants afin d'aborder les enjeux et les possibilités de mutualisation »*. En effet les rectifications des noms des laboratoires, et de leurs emplacements dans les plans ont conduit à une perte de temps et un essoufflement des participants. Ceci est lié à une ambiguïté sémantique et l'absence d'un langage commun.

Enfin, pour les gaspillages de type « attente », la solution la plus évidente semblait être d'ajouter de l'espace et de prévoir une extension de l'institution. Le département de construction manque a priori d'espace. Pourtant, la mise en place de l'approche Lean a mis en évidence que les besoins ne sont plus les mêmes ou que certains besoins ont déjà été satisfaits. Les besoins en surface sont donc finalement réduits. Le tableau 4.5 montre l'écart entre les besoins en surface identifiés en 2019 et les besoins actuels après l'utilisation de l'approche Lean Led Design.

Tableau 4. 5 Écart entre les superficies du plan fonctionnel et les besoins actuels

Nom laboratoire	Superficies actuelles	Besoin plan fonctionnel PF	Besoin actuel 2022
HC3	433	/	184
LCMB	308	926	412
LG2	610,5	300	140
LGCC	109,97	220	135
LTSB	171,3	775	765
TOTAL	1632,77	2221	1636

4.3.4.2 Définition du client

La Définition du client dans le processus Lean est cruciale, dans le sens où il contribue à déterminer la valeur. Cette action est considérée comme la première étape essentielle dans la mise en œuvre de Lean autour de laquelle les activités ultérieures sont orientées.

Dans les établissements de soins de santé, le Lean est axé sur le patient, c'est-à-dire que toutes les décisions et priorités sont orientées vers le patient. Les hôpitaux Lean visent à offrir de meilleurs soins pour leurs patients en réduisant les délais d'attente et en optimisant leurs trajectoires pour recevoir des soins. Dans le cas du « Dow », la participation de toutes les catégories d'utilisateurs a été observée durant les Kaizens. Ici, un degré d'ambiguïté et d'incertitude quant à la personne cible du Lean est notable. S'agit-il de la société ? De l'étudiant ? Des employeurs ? Des finissants ? Des organismes subventionnaires ? Ou encore des organismes d'accréditation des programmes ? En effet, plusieurs idées sont ressorties, telles que le renforcement de la collaboration avec les industriels. Pour autant, aucune solution concrète a été proposée. Un des participants a souligné que *« ce n'est pas très concret, comment les conclusions des ateliers Kaizen vont avoir un impact sur le nouveau pavillon Dow »*. En conclusion, si dans la conception Lean des établissements de soins de santé, la notion client (utilisateur) et les valeurs client sont évidentes, c'est moins le cas pour un projet universitaire.

4.3.4.3 Adhésion de la haute direction

La mise en œuvre du Lean design nécessite l'adhésion et le soutien de la part de la haute direction, mais également des utilisateurs. Cet élément est l'un des points les plus importants pour la réussite du projet du nouveau bâtiment de HEC *« La haute direction pour moi est un facteur de succès, on avait des budgets à respecter, ça s'explique ça se justifie c'est juste du gros bon sens, quand tu as tes demandes raisonnables puis que tu respectes le budget, y'a des avantages à exprimer, mais un changement comme ça, il faut que ça vienne d'en haut »* chargée de projet du nouveau bâtiment de HEC.

Il est aussi important d'obtenir l'adhésion des participants. En fait, les gestionnaires de projet ont commencé par expliquer le projet pour avoir leur adhésion, ensuite ils participent au projet pilote, cette participation est proactive, car en plus d'évaluer leur comportement, ils répondent à un sondage et remplissent un tableau de gestion de changement mis à leur disposition, aussitôt des modifications sont apportées au projet pilote pour répondre aux remarques des participants *« Les gens voyaient qu'on avançait, on les force aussi on leur*

demande s'ils avaient expérimenté cette semaine ce mobilier, avez-vous expérimenté les nouvelles façons avez-vous bougé dans l'espace pour avoir du fun du plaisir à la fin les gens ne voulaient plus partir ».

4.3.5 Enjeux et barrières du Lean Led Design dans le complexe Dow

4.3.5.1 Priorités et contraintes mal définies

Les intrants, les contraintes et les variables peuvent influencer l'implication des utilisateurs dans un projet. Un des participants aux « Kaizens » souligne la nécessité de faire comprendre aux participants les contraintes et limites du projet : *« Je souhaiterais que les rencontres soient mieux préparées en termes d'espaces qui seront disponibles quant à leur surface, et leur localisation. Autrement, chacun fait valoir ses demandes sans savoir ce qui est dans le domaine du possible, ce qui peut entraîner non seulement des pertes de temps, mais aussi du mécontentement. Si des espaces spécifiques sont déjà attribués, il faut nous en informer. Autrement dit, on doit connaître les limites du carré de sable et le cas échéant les zones déjà occupées avant de penser à son aménagement »*. Les participants doivent être conscients des contraintes et des variables modifiables, telles que les hypothèses clés et possibilités d'implantation et d'agencement des espaces, le budget disponible, les codes du bâtiment, ou encore les exigences réglementaires. Il faut aussi établir des niveaux de priorité pour les différentes exigences du projet. Ces niveaux de priorité font partie intégrante des données nécessaires à l'élaboration et à la mise en œuvre du dossier du client. Cela implique également que le processus de définition de projet participatif suscite des attentes plus élevées sur les projets.

4.3.5.2 Participation excessive des utilisateurs

L'implication des utilisateurs dans la phase de programmation est cruciale pour une meilleure capture des exigences et leur suivi. Cependant cette implication doit être stratégique et opportune. Une implication excessive peut conduire à l'épuisement des participants. Un participant a souligné cet aspect en indiquant que *« les discussions étaient trop longues et pas*

de conclusions claires. Bref, est-ce que l'exercice était fait pour obtenir l'opinion réelle des profs ou simplement pour leur donner l'impression qu'ils contribuaient ». La gestion de cette mobilisation n'est pas toujours facile, de sorte que l'essoufflement des participants s'est ressenti au cours des ateliers « Kaizens ». Un directeur a déclaré qu'« *il a clairement un essoufflement parmi les professeurs depuis plusieurs années on est souvent convoqué à des rencontres pour parler de la planification de nos espaces et puis y'a eu quelques coups d'épée dans l'eau l'année passée, parfois les documents qu'on a produits ça a mené à rien, parfois c'est inévitable* ».

Dans le cas du nouveau bâtiment de HEC, l'utilisation d'un projet pilote a grandement facilité la participation des utilisateurs. Les participants occupent les espaces du projet pilote pendant une période durant laquelle un questionnaire est mis à leurs dispositions afin d'évaluer les propositions. Le rôle des chargés de projet ici est crucial, car ils réagissent à chaque commentaire émis par les participants, et réajustent le programme fonctionnel. Ce qui augmente le sentiment d'appartenance chez les utilisateurs et ainsi éviter leur épuisement.

4.3.5.3 Absence d'un langage commun

L'ambiguïté sémantique est identifiée lors de la définition du projet. Notamment les nominations des espaces dans le logiciel COBA sont différentes de celles utilisées par les professeurs. Les personnes qui sont responsables de documenter les exigences du client ont rencontré ce problème lors de la collecte des nouveaux besoins. Cela a obligé l'équipe du projet à passer plus de temps pour aligner leur langage à celui utilisé par les professeurs, et pour rectifier les noms sur les plans et les faire correspondre à la base de données. Selon un des participants « *beaucoup de temps a été consacré, pendant l'atelier 3 à des révisions qui auraient dû être faites avant pour mieux optimiser le temps avec les participants afin d'aborder les enjeux et les possibilités de mutualisation* ».

Une mauvaise communication entre le client et l'équipe de projet conduit à des objectifs de projet non clarifiés. De plus, l'absence de langage commun conduit souvent à des informations

mal comprises ou à des suppositions erronées. Enfin, cela conduit à des remaniements et donc à une perte de temps.

4.3.5.4 Acteurs dominants

La définition de projet dans une approche traditionnelle se fait de manière ponctuelle et fragmentée : une poignée de dirigeant est impliquée. Ceci conduit à une absence de dialogue entre les différentes parties prenantes. Par exemple, la définition du projet pour le réaménagement du laboratoire « Lacime » s'est articulée autour de sessions de dialogues impliquant :

- ✓ Soit le représentant client et l'architecte, au cours desquelles l'architecte présentait des schémas conceptuels et des plans,
- ✓ soit le représentant avec les professeurs pour discuter des exigences.

Un professeur a déclaré que « *Le sponsor (représentant du client) est arrivé avec cette idée et y'a personne qui s'est opposé de manière violente, puis il est parti, il a fait ça de son côté puis de temps en temps il revenait nous voir il nous disait voici les plans est ce qu'il y a quelqu'un qui a des commentaires. Il n'y avait pas de rétroaction* ». Les dialogues dans l'approche traditionnelle sont de nature informative. Le représentant a utilisé le pouvoir que lui confère son rôle pour prendre le contrôle du processus. Ceci crée un écart entre les attentes des utilisateurs et les solutions proposées par l'architecte.

La conception participative vient améliorer le dialogue par le biais d'ateliers participatifs entre les différents participants. Cela conduit à une meilleure exposition et compréhension des exigences de chaque département pour trouver des solutions innovantes. Cependant, ce dialogue doit être équilibré. Dans le projet du « DOW », les sessions de dialogues n'étaient pas équilibrées : lors des Kaizens 1 et 2, il y a eu une forte interaction, tandis que lors du Kaizen 3 certains membres ont monopolisé l'atelier participatif. Contrairement au projet HEC, chaque participant était invité à donner son avis à l'aide d'un questionnaire. Les chargés de projet réajustaient ensuite les espaces selon les commentaires émis après chaque évaluation. Cette évaluation constante a permis de maintenir un dialogue équitable entre tous les participants.

La figure 4.8 retrace les enjeux de l'application de l'approche conventionnelle et participative dans le complexe Dow.

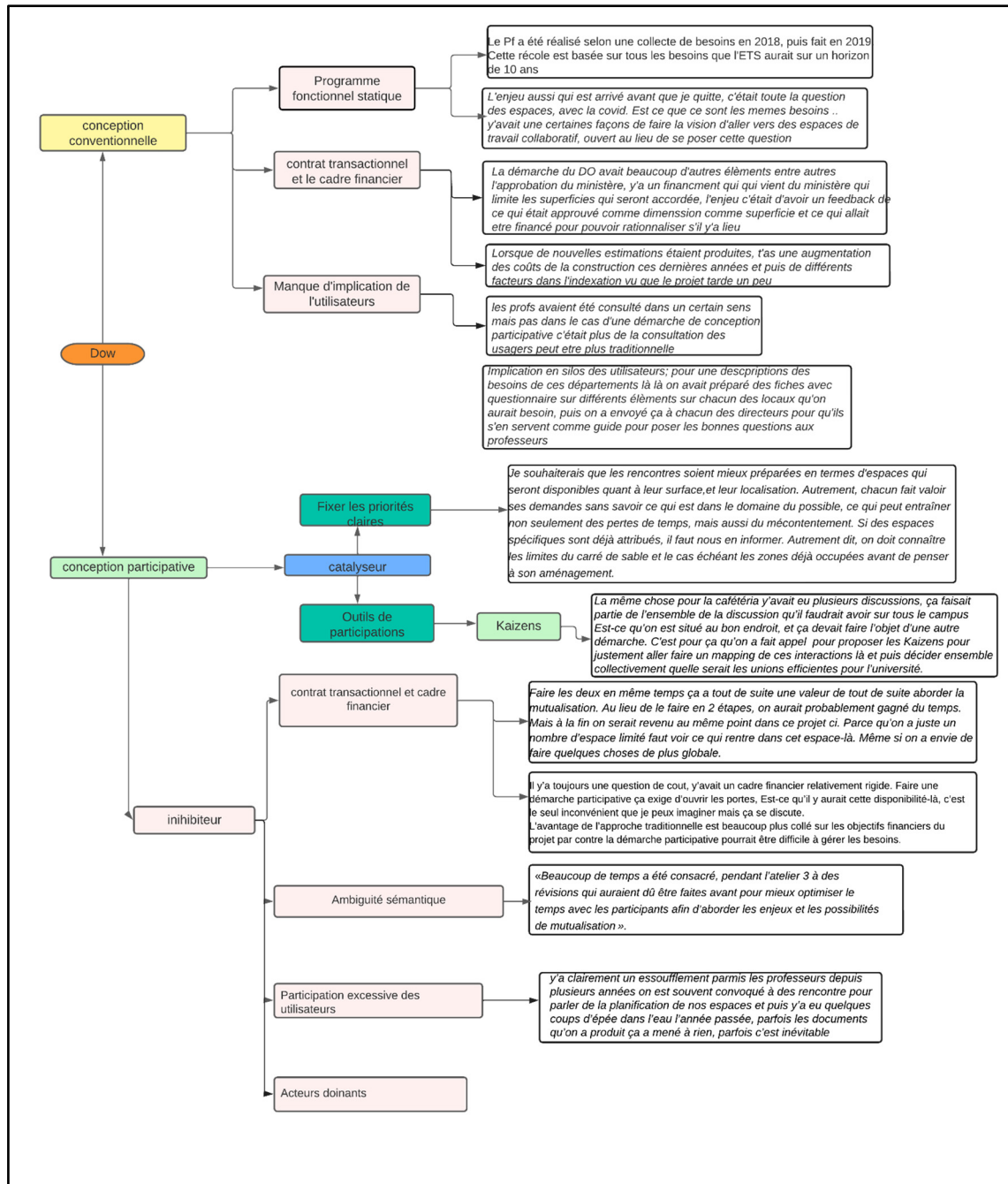


Figure 4. 8 carte conceptuelle des enjeux de l'adoption de l'approche traditionnelle et participative dans le Dow

DISCUSSION

Les études de cas démontrent que la définition du projet doit rester un processus itératif et inclusif tout au long du cycle de vie du projet. Par exemple pour le réaménagement du complexe « Dow » même si une capture des exigences a eu lieu durant des ateliers, un deuxième tour de discussion, avec l'application de la conception participative, a permis de mieux comprendre et d'améliorer les besoins du client. Ce résultat souligne l'importance de maintenir l'implication du client, de prendre le temps, de comprendre ses besoins. Cette étude a permis également de comprendre que la notion selon laquelle les besoins, et donc les valeurs du client, changent avec le temps. Par ailleurs, les exigences n'étant pas toujours faciles à énoncer, elles doivent être perçues comme un document dynamique qui reflète une conversation et une interprétation continue.

La saisie et la gestion des exigences du client doivent être systématiquement gérées tout au long du cycle de vie du projet (Miron et Formoso, 2003 ; Huovila et al., 2004 ; Tzortzopoulos et al., 2006). Nutt (1993) proposait, à ce sujet, un processus de briefing avec un briefing de développement, un briefing de conception/construction et un briefing d'occupation/gestion des installations. Nutt, remettait finalement en question la base simple du briefing traditionnel et exposait ses limites puisque les besoins futurs ne sont pas prévisibles avec certitude. Blyth et Worthington 2010 opéraient aussi avec un grand nombre d'activités liées au briefing, telles que le briefing conceptuel, le briefing de projet, le briefing détaillé, le briefing d'aménagement, ou encore le briefing opérationnel (Jensen, 2006).

Les résultats de cette étude démontrent également que la conception traditionnelle ne permet pas une génération de valeur optimale. Ils suggèrent que, plutôt que de colliger les exigences des clients, celle-ci doit être coconstruite dans le cadre du projet et par les usagers. L'écart entre les attentes des utilisateurs dans la définition du projet traditionnelle et participative a été reconnu. Il devient nécessaire pour les professionnels d'adapter leurs approches afin de placer les utilisateurs au centre de la conception. Le rôle de la participation des utilisateurs dans la conception a été débattu dans de multiples contextes impliquant la fonctionnalité, la culture,

l'utilité, la responsabilité sociale, l'identité, l'enseignement du design et la durabilité (Harder et al., 2013). Cette implication permet de prendre des décisions de conception éclairées, afin de répondre aux besoins et aux souhaits des utilisateurs (Wim et al., 2016).

L'analyse des résultats d'analyse du projet «Lacime» a démontré que les modèles d'approvisionnement fragmentés sont une source de coûts supplémentaires et d'installations sous-optimales. Durant les observations des Kaizens et les entrevues, la question des coûts revenait aussi souvent. En fait, dans le modèle d'approvisionnement fragmenté, la valeur est associée à la réduction des coûts et non à la satisfaction des exigences des utilisateurs, ainsi le coût suivi vaguement du calendrier est la mesure clé de la performance de la gestion de projet de construction (Forgues, 2005). De ce fait, l'industrie doit passer d'une perception de gestion basée sur le coût vers une gestion basée sur la valeur en donnant les outils nécessaires au client pour développer ces capacités à gérer ses exigences en fonction des contraintes du projet. C'est ce que le gouvernement britannique a entrepris pour façonner son industrie de la construction en tant que « Word class ». L'une des initiatives entreprises est de modifier le processus d'approvisionnement, en passant d'un processus d'approvisionnement fondé sur les coûts à un processus fondé sur la valeur. Dans cette optique le client et les propriétaires développent les exigences conjointement afin d'arriver à la solution la plus optimale (Forgues, 2005). En outre, dans l'industrie britannique, il a été constaté que l'exploitation d'un bâtiment dans son cycle de vie représente cinq fois ses coûts de construction. Il est donc intéressant d'investir dans un meilleur bâtiment pour améliorer son fonctionnement et réduire ses coûts d'exploitation et de maintenance. Dans cette stratégie, le bâtiment est considéré comme un moyen de réaliser les objectifs d'un programme (Forgues, 2005).

Contrairement à l'approche traditionnelle, le *Lean Led Design* implique un investissement important dans les ressources humaines en amont du projet. Selon Pat Hagan, COO de l'hôpital pour enfants de Seattle, « *la manière traditionnelle de concevoir un bâtiment produit un joli flux de trésorerie et de dépenses régulières que les responsables financiers et opérationnels aiment voir. Avec le Lean Led Design, il y a un gros bonus de dépenses au tout début qui semble menaçant, car on se demande s'il y aura un retour sur investissement.* ». Une approche

Lean Led Design nécessite de gros investissements en amont, mais l'intégration de toutes les parties prenantes, permet de déterminer comment divers processus sont améliorables. Par exemple, la programmation traditionnelle du département de génie de la construction dans le complexe « Dow » a suggéré un besoin en superficie de 2221 m², alors que le *Lean Led Design* a conduit à une estimation du besoin de l'ordre de 1636 m². Ce cas de figure est aussi présent, dans la construction du centre de soins ambulatoires de l'hôpital pour enfant de Seattle : la programmation traditionnelle indiquait un besoin de 110 000 pieds carrés, que le *Lean led Design* a réduit de 25 000 pieds carrés.

L'application du *Lean Led Design* a mis en évidence de nombreux goulots d'étranglement (voir tableau 4.4). Elle a aussi révélé qu'il existe un grand potentiel dans l'enseignement supérieur pour éliminer les gaspillages. Cet aspect est soutenu par Hines et Lethbridge (2008). Cependant une conception efficiente et efficace avec moins de gaspillage doit être précédée par une démarche Lean management. Celle-ci est considérée comme un processus de compréhension d'amélioration des processus, d'identification des problèmes et de leurs causes profondes et la mise en évidence des gaspillages et des inefficacités (Liker, 2004). Cette philosophie a été adoptée notamment aux États-Unis, au Royaume-Uni et en Australie. Au Québec, depuis 2010, les établissements de santé adoptent de plus en plus cette approche. Il existe déjà un cadre pour son application, contrairement aux pratiques pour les projets d'établissements universitaires. De plus, les analyses de l'étude de cas ont mis en évidence une difficulté à transférer l'application du Lean dans un environnement d'enseignement supérieur (Thirkell et Ashman, 2014). Par exemple les destinataires des ateliers de Kaizens ne sont pas clairement identifiés : professeur, étudiants, etc. De plus, nous avons constaté une résistance aux changements de la part de certains participants. Ils sont moins enclins à briser les silos. Ceci a été particulièrement visible lorsque le thème de mutualisation a été abordé. Certains participants ont déclaré « *nous ne voudrions pas VOIR d'autres départements venir piétiner nos espaces* ». Faire de la conception participative, c'est de voir et d'accepter les idées qui en ressortent des ateliers. De ce fait les facilitateurs doivent être équipés pour faire face à ces situations.

La participation des utilisateurs est cruciale. Eriksson et al s'entendent sur le fait que la participation des utilisateurs au cours des premières étapes ajoute de la valeur au processus de conception. Les utilisateurs sont considérés par différents auteurs (Eriksson, 2013 ; Hannula&Irrmann, 2016) comme une source d'information et de connaissances pour les architectes. Néanmoins, l'implication des utilisateurs est difficilement maitrisable et doit respecter certains facteurs. Il est essentiel par exemple : de fixer les intrants de chaque atelier et les contraintes du projet, d'avoir une participation stratégique, ou encore de développer un langage commun. L'absence d'un langage commun, et des intrants peu clairs ont conduit à une perte de temps pour les corrections durant les ateliers et à une confusion chez les participants. Il en résulte une participation excessive des participants et un épuisement de leur part.

L'application du Lean doit obtenir un engagement visible de la direction. Le Lean doit s'inscrire dans la planification stratégique à long terme de l'organisation. Les équipes de direction doivent démontrer leur soutien, leur engagement clair et visible et leur détermination au Lean. Cela permet de susciter l'engagement et l'adhésion des parties prenantes (Al Balushi et al., 2014 ; Suarez - Barraza et Ramis - Pujol, 2010). Ce point a été démontré dans le nouvel édifice de HEC. La mise en place d'un projet pilote, et la rétroaction de la haute direction aux commentaires émis par les participants ont suscité un sentiment d'appropriation du projet chez les participants. En outre, afin d'élaborer une approche adaptée aux besoins particuliers du projet ou de l'organisation, il est suggéré de mener des activités de benchmarking pour apprendre comment les autres ont travaillé, et quelles leçons ils ont acquises. À titre d'exemple, un groupe de participants, aux ateliers Kaizens, a effectué des visites du nouveau bâtiment de HEC au centre-ville et a partagé avec l'équipe du projet pour apprendre de leur récente expérience de transformation.

CONCLUSION

Cette recherche visait à trouver des pratiques centrées sur la création de valeur lors de la phase de définition du projet dans un contexte complexe. L'hypothèse était qu'une participation accrue et structurée de l'utilisateur final et une meilleure gestion des exigences fourniraient plus de valeur pour les futurs occupants. Pour cela, nous avons adopté une stratégie de recherche par étude de cas avec une collecte de données mixte. Le cadre de la recherche a été divisé en quatre objectifs : 1) une première étape visait à dériver de la littérature les principaux outils et méthodes liés à la participation des utilisateurs finaux centrée sur la création de valeur ; 2) la seconde étape consistait à identifier les écarts entre la phase de préparation du PF selon l'approche traditionnelle avec celle proposée par le GRIDD, et de démontrer l'enjeu des programmes complexes et évolutifs ; 3) la troisième étape devait déterminer les facteurs ayant un impact sur la capture des exigences du client ; 4) la dernière étape consistait à faire des recommandations en se basant sur la démarche du HEC centre-ville pour améliorer le processus à partir des meilleures pratiques identifiées dans la littérature et sur le terrain au moyen d'études de cas.

Notre recherche a révélé que :

- ✓ L'implication des utilisateurs dans le processus de définition du projet est bénéfique, et que leur contribution par le biais d'une approche Lean structurée peut faciliter la création de valeur ;
- ✓ La définition du projet dans un établissement universitaire est très complexe, et nécessite un processus itératif. L'implication des utilisateurs doit s'étendre jusqu'à la phase d'exploitation.

Pour maximiser la génération de valeur pour les utilisateurs, il serait intéressant de poursuivre avec l'approche *Target Value Delivery*, en impliquant non seulement des concepteurs, mais aussi des ingénieurs en construction. Cette inclusion permettrait d'obtenir une meilleure combinaison de valeur tout en respectant les contraintes budgétaires du projet. Elle est recommandée par plusieurs auteurs tels que Fuentes et al., (2019), Trischler et al., (2018) ou Tzortzopoulos et al., (2009).

Notre recherche a également des limites. Notamment, elle ne s'étend pas aux autres phases du cycle de vie du projet. La participation des utilisateurs à des phases ultérieures ne peut être observée en raison du temps limité. En outre, nous ne pourrions pas vérifier la prise en compte des propositions dégagées lors des Kaizens par les professionnels mandatés pour la conception. Par ailleurs, cette approche a été réalisée en contexte de pandémie. Cette situation a un impact sur l'interaction entre les différents participants. Enfin, il faudrait vérifier que cette approche génère réellement de la valeur pour les futurs occupants, or compte tenu des délais nous ne le pouvons pas.

Finalement, nous proposons quelques pistes de recherche. Selon nous, il serait intéressant d'étudier :

- ✓ L'impact de l'expérience des chargés de projets, leur caractère, en d'autres termes quel est le rôle des chargés de projets héros.
- ✓ Pourquoi le milieu universitaire est plus résistant à une approche Lean que le milieu hospitalier ? Et pourquoi les professeurs sont ceux qui résistent le plus au changement vis-à-vis des bureaux collaboratifs ?
- ✓ Quel est le rôle des artefacts comme les maquettes, les jeux, etc. dans le processus ? Et comment ils contribuent à une meilleure compréhension de la vision du projet, ou peuvent aider les utilisateurs à développer leurs idées.

ANNEXE I

ENTREVUE 1

Description du projet

Le passage vers des approches participatives dans la livraison de projets de construction complexes devient inéluctable. Cependant, il n'existe pas de cadre pratique encourageant leurs utilisations. Peu d'études retracent leurs pertinences et leurs enjeux par rapport à l'approche conventionnelle. Le but de notre recherche est de comparer entre l'approche conventionnelle et l'approche participative utilisée dans le réaménagement du complexe « Dow » et d'en ressortir avec les principaux enjeux de cette démarche et son apport au projet par rapport à l'approche conventionnelle.

But de l'entrevue

Documenter le processus de production du programme fonctionnel.

Faire sortir les enjeux de l'approche participative.

Déterminer les avantages de cette approche par rapport au projet.

Règles d'éthique

- Les entrevues sont anonymisées.
- Vous avez le choix de ne pas répondre ou arrêter l'entrevue à tout moment.
- Autorisation d'enregistrement.

Début du questionnaire et de l'enregistrement

1. Quel est votre nom ?
2. Titre professionnel à l'ÉTS avant de quitter l'université ?
3. Pourriez-vous décrire le rôle que vous avez joué dans l'élaboration du PF pour le « DOW » et le pavillon A ?

Question 1 : Pourriez-vous décrire les étapes de la production du PF et comment s'est déroulée la participation du personnel associée aux laboratoires pour la capture des besoins ?

Question relance

1. Pouvez-vous nous décrire la manière dont les besoins en espace pour chacun des laboratoires ont été déterminés ?
2. Comment ont été étudiés les potentiels de mutualisation pour réduire les besoins en espace et avec quels résultats ?
3. Est-ce que les besoins futurs ont été considérés et de quelle manière afin de prendre en compte des besoins des nouveaux professeurs qui seront engagés d'ici la fin du projet ?
Ou pour tenir compte des professeurs disposants d'un laboratoire qui quitteront pour la retraite avant la fin du projet ?

Questions 2 : Comment les interactions entre les laboratoires et leurs départements ont été tenus en compte pour décrire les liens fonctionnels et pour décider quels laboratoires ou départements seraient relocalisés dans le Dow ou dans le pavillon A ?

Question de relance

1. Pour le pavillon A, les aménagements pour plusieurs types de laboratoire sont loin d'être optimales. Par exemple, les aménagements autour du quai de déchargement de la rue William mettent en conflit les espaces entre le SGAI, structure, matériaux et mécanique. Dans quelle mesure ces enjeux ont été pris en ligne de compte ?
2. Comment ont été déterminés les liens fonctionnels entre les laboratoires ?
3. Est-ce que les enjeux entre les laboratoires dédiés à la recherche vs ceux dédiés à l'enseignement ont été abordés ? Des solutions ont été proposées ?
4. Y a-t-il d'autres enjeux identifiés par rapport à cette démarche ? Si oui, lesquels ?

Question 3 : Quelles sont les principales faiblesses de cette démarche de production du PF et dans quelle mesure croyez-vous que la démarche participative adoptée pour la suite au projet puisse aider à mieux répondre aux besoins ?

Question de relance

1. Selon vous quels sont les avantages et inconvénients de cette démarche participative ?
2. À quel point cette démarche est-elle pertinente pour ce projet-ci ?

Fin de l'entrevue

- Remerciement.
- voulez-vous ajouter quelque chose
- pouvons-nous vous contacter pour plus de détails ou pour vérifier si nous avons bien reflété vos propos.

ANNEXE II

ENTREVUE 2

Description du projet

Le passage vers des approches participatives dans la livraison de projets de construction complexes devient inéluctable. Cependant il n'existe pas de cadre pratique encourageant leurs utilisations. Peu d'études retracent leurs pertinences et leurs enjeux par rapport à l'approche conventionnelle. Le but de notre recherche est de comparer entre l'approche conventionnelle et l'approche participative utilisée dans le réaménagement du complexe « Dow » et d'en ressortir avec les principaux enjeux de cette démarche et son apport au projet par rapport à l'approche conventionnelle.

But de l'entrevue

Faire sortir les différents enjeux liés au processus d'élaboration du programme fonctionnel.

Faire sortir les enjeux de l'approche participative.

Déterminer les avantages de cette approche par rapport au projet.

Règles d'éthique

- Les entrevues sont anonymisées.
- Vous avez le choix de ne pas répondre ou arrêter l'entrevue à tout moment.
- Autorisation d'enregistrement.

Début du questionnaire et de l'enregistrement

1. Quel est votre nom ?

2. Titre professionnel ?

3. Depuis combien de temps travaillez-vous à l'ÉTS ? À ce poste ?

Questions 1

1. Le programme fonctionnel pour le complexe Dow a été produit il y a près de trois ans. Vous êtes entré en poste relativement récemment avec la responsabilité de reprendre ce dossier. Pourriez-vous me parler du travail que vous avez accompli par rapport à ce PF original et les impacts budgétaires qui ont obligé quelques ajustements au découpage de la répartition des espaces ?

Question de relance

1. Que savez-vous du processus suivi par votre prédécesseur pour l'élaboration du programme fonctionnel ?
2. Cinq départements seront touchés par le projet du complexe Dow. Êtes-vous au courant des efforts de mutualisation qui ont été faits dans la préparation du PF ? Si, oui, dans quelle mesure ils ont permis de réduire les besoins en espace ?
3. Dans quelle mesure le découpage en phases et l'évolution de la programmation de ces phases à cause des aléas budgétaires peut affecter les liens fonctionnels dans la répartition des espaces entre départements par exemple ELE, LogTI et GS ?
4. Découpage du projet par phases peut-il créer des enjeux programmatiques par exemple le fait que des laboratoires ayant des liens entre eux ne soient pas livrés dans les mêmes phases pour des raisons budgétaires ? Dans ce cas quelles seraient les solutions pour réduire ces risques ?

5. Est-ce qu'il y a d'autres enjeux que vous avez constatés par rapport à cette démarche ?

Question 2

1. Selon vous, quels sont les enjeux de geler les besoins dans un programme fonctionnel à ce stade-ci du projet pour décrire les besoins et exigences de laboratoires dont la construction ne sera pas complétée avant plusieurs années ?
2. Quelles seraient les solutions ?

Question de relance

1. Quelle est la marge de manœuvre pour modifier le programme advenant par exemple le départ d'un chercheur, un autre qui n'a pas reçu sa subvention pour ses équipements ou pour accommoder un chercheur qui a été gratifié d'une chaire de recherche ?
2. Ce programme fonctionnel pourrait-il répondre aux besoins des professeurs en 2028 ?

Question 3

1. Dans quelle mesure croyez-vous que la démarche participative puisse aider à adresser ces enjeux ?

Question de relance

1. Selon vous quels sont les avantages de cette démarche ?

2. À quel point cette démarche est-elle pertinente pour ce projet-ci ?
3. Quels sont pour vous les enjeux liés à cette démarche participative ?
4. Dans quelles mesures cette démarche pourrait-elle aider à rencontrer les besoins identifiés ?

Fin de l'entrevue

- Remerciement.
- voulez-vous ajouter quelque chose
- pouvons-nous vous contacter pour plus de détails ou pour vérifier si nous avons bien reflété vos propos ?

ANNEXE III

ENTREVUE 3

Contexte

Le besoin d'avoir recours à des approches collaboratives se ressent de plus en plus dans l'industrie de la construction, en raison de nombreux avantages que celles-ci apportent aussi bien aux projets qu'aux intervenants, mais aussi surtout en raison de l'apparition des nouvelles technologies BIM qui nécessitent un travail collaboratif. Cependant le manque de connaissances des professionnels pour ces approches pourrait être un réel frein à leur adoption. Ce projet vise à étudier et à analyser la conception collaborative du nouveau complexe DOW selon l'approche Lean Design, il vise à atteindre les objectifs spécifiques suivants.

- ✓ Identifier les principales caractéristiques de l'approche Lean design.
- ✓ Identifier les différentes étapes de cette approche, comment les intervenants interagissent entre eux et les meilleures pratiques dans le but d'élaborer un modèle type qui servira de référentiel pour les projets futurs.
- ✓ Identifier les technologies utilisées et comment ont-elles soutenu ce processus

But de l'étude du réaménagement du laboratoire Lacime

- Projet souligné lors du Kaizen 1 comme un exemple d'enjeux rencontrés dans la planification du projet qui ont fait que plusieurs professeurs ont refusé d'occuper les nouveaux locaux mis à leur disposition.
- Le but est de documenter par une étude de cas quels pourraient être les problèmes dans le processus de planification actuels qui ont généré ces enjeux

- Le résultat pourra être utilisé pour identifier dans la démarche de planification quelles pourraient être faites dans le processus pour éviter que ces problèmes surviennent dans le futur.

Questions

1. Pouvez-vous nous décrire le processus suivi de l'identification du projet jusqu'à son occupation ?
2. Pourquoi certains professeurs ont refusé d'occuper leurs bureaux ?
3. Est-ce qu'il y a d'autres enjeux vis-à-vis les besoins énoncés par rapport aux résultats ?

Relances :

1. Qu'est-ce qui a le moins bien et le mieux fonctionné par rapport au résultat ? Pouvez-vous donner des exemples ?
2. Si le projet était à recommencer, qu'est-ce qui aurait pu être fait pour éviter ces problèmes ?
3. Ceci est le point de vue des professeurs, quand est-il des étudiants

ANNEXE IV

QUESTIONNAIRE

Appréciation des Kaizens auxquels vous avez participé

La démarche participative entamée avec le complexe Dow fait partie d'un projet de recherche-action du GRIDD en collaboration avec le Bureau des grands projets immobiliers (BGPI) de l'ÉTS dans le cadre de la feuille de route gouvernementale de numérisation de l'industrie de la construction. Afin de documenter cette démarche, nous vous invitons à remplir ce court questionnaire (5 minutes) dans le cadre d'un projet de recherche d'une étudiante du GRIDD.

1. Êtes-vous ? Choix unique.

Directeur

Professeur

Technicien

Cadre

Professionnel

Employé

Étudiant

2. De 1 à 7 (7 étant la contribution la plus élevée) quelle est votre perception de l'utilité des Kaizen (conception participative) pour s'assurer que le futur projet du complexe « DOW » réponde aux besoins et attentes de la communauté de l'ÉTS ?

3. Dans quelle mesure de 1 à 7 (7 étant la contribution la plus élevée) évaluez-vous l'importance de maintenir ce processus d'implication de la communauté de l'ÉTS tout le long de la conception du projet ? Évaluation.

4. Si vous avez participé à l'élaboration des besoins fonctionnels pour le projet en 2018-2019, dans quelle mesure de 1 à 7 (7 étant la contribution la plus élevée) cet exercice de conception participative a le potentiel d'aider à réaliser un projet qui répondra mieux aux exigences de recherche et de diffusion de la connaissance en 2028 ?
5. Avez-vous des commentaires ou suggestions à faire par rapport à cette démarche ?

BIBLIOGRAPHIE

- Alves, T. da C. L., Lichtig, W., & Rybkowski, Z. K. (2017). Implementing Target Value Design: Tools and Techniques to Manage the Process. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 10(3), 18-29. <https://doi.org/10.1177/1937586717690865>
- Andrade, C., Lima, M. L., Fornara, F., & Bonaiuto, M. (2012). Users' views of hospital environmental quality: Validation of the Perceived Hospital Environment Quality Indicators (PHEQIs). *Journal of Environmental Psychology*, 32(2), 97-111. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2011.12.001>
- Anumba, C. J., & Kamara, J. M. (2012). Concurrent Engineering in Construction. 277-295. <https://doi.org/10.1002/9781118280294.ch12>
- Arroyo, P., & Long, D. (2018). Collaborative Design Decisions. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Collaborative-Design-Decisions-Arroyo-Long/531d4bb5f5f7166286c7898358a77105ac610499>
- Arroyo, P., Tommelein, I. D., & Ballard, G. (2016). Selecting Globally Sustainable Materials: A Case Study Using Choosing by Advantages. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142 (2), 05015015. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001041](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001041)
- Astolfi, J.-P. (1993). Trois paradigmes pour les recherches en didactique. *Revue française de pédagogie*, 103 (1), 5-18. <https://doi.org/10.3406/rfp.1993.1293>
- Austin, S., Baldwin, A., & Steele, J. (2002). Improving building design through integrated planning and control. <https://doi.org/10.1108/eb021220>
- Austin, S., Thorpe, T., Baldwin, A., Mccaffer, R., & Anumba, C. (1999). Defining an AEC research agenda—A vision from the UK. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Defining-an-AEC-research-agenda-a-vision-from-the-Austin-Thorpe/2914e44844336cfba2ae7fa0baa87b557d8512de>
- Ballard, G. (2006). Rethinking Project Definition in Terms of Target Costing. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Rethinking-Project-Definition-in-Terms-of-Target-Ballard/dc01f9d1fa42e52aba219528b2c7f0362608188f>
- Ballard, G. (2008). The lean project delivery system: An update. *Lean Construction Journal*, 2008.

- Ballard, G., Harper, N., & Zabelle, T. (2003). Learning to see work flow: An application of lean concepts to precast concrete fabrication. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 10(1), 6-14. <https://doi.org/10.1108/09699980310466505>
- Ballard, G., & Reiser, P. (2004). The St. Olaf College Fieldhouse Project: A Case Study in Designing to Target Cost. 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. <https://www.iglc.net/papers/details/325>
- Best, R., & Valence, G. de (Éds.). (1999). *Building in Value: Pre-Design Issues*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780080500416>
- Buchanan, R. (1992). Wicked Problems in Design Thinking. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Wicked-Problems-in-Design-Thinking-Buchanan/fff39be1251c570162672c9b97b786537ce19e09>
- Caixeta, M., Bross, J., Tzortzopoulos, P., & Fabricio, M. (2013). Value generation through user involvement in healthcare design. In 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013.
- Caixeta, M. C. B. F., & Fabricio, M. M. (2021). Physical-digital model for co-design in healthcare buildings. *Journal of Building Engineering*, 34, 101900. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101900>
- Carlile, P. R. (2002). A pragmatic view of knowledge and boundaries: boundary objects in new product development. *organization science*, 13(4), 442-455. <https://doi.org/10.1287/orsc.13.4.442.2953>
- Chbaly, H. (2021). Alignment factors between client needs and design solutions during the project definition: Case study of a Canadian mega-hospital using Lean-led Design. 280.
- Chbaly, H., & Brunet, M. (2022). Enhancing Healthcare Project Definition with Lean-Led Design. *Sustainability*, 14(3), Art. 3. <https://doi.org/10.3390/su14031588>
- Chbaly, H., Brunet, M., Daneau, E., & Forgues, D. (2021). L'implication des parties prenantes dans une approche participative Lean : Le projet du nouveau complexe hospitalier de Québec. <http://hdl.handle.net/2013/>
- Coyne, R. (2005). Wicked problems revisited. *Design Studies*, 26(1), 5-17. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2004.06.005>
- Dave, B., Pikas, E., Kerosuo, H., & Mäki, T. (2015). ViBR—Conceptualising a Virtual Big Room through the Framework of People, Processes and Technology. *Procedia Economics and Finance*, 21, 586-593. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00216-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00216-6)

- Directive sur la gestion des projets majeurs d'infrastructure publique (2nd edition). (2019). Secrétariat du Conseil du trésor.
- Drevland, F., & Lohne, J. (2015). nine tenets on the nature of value. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Defining-An-Ill-defined-Concept-%E2%80%93Nine-Tenets-On-Of-Drevland-Lohne/6a1008e9a983ad964adad6c559449644204fa351>
- El. Reifi, M. H., & Emmitt, S. (2013). Perceptions of lean design management. *Architectural Engineering and Design Management*, 9(3), 195-208. <https://doi.org/10.1080/17452007.2013.802979>
- Emmitt, S., Christoffersen, A. K., & Sander, D. (2004). design management: a value based approach. *Design Management*, 10.
- Eriksson, J. (2013). Architects and Users in Collaborative Design—ProQuest. <https://www.proquest.com/pagepdf/2402294374?accountid=27231>
- Farooqui, R. U., & Ahmed, S. M. (2009). Designing for Quality: An Empirical Study of Design Quality Indicator (DQI) Tool. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Designing-for-Quality%3A-An-Empirical-Study-of-Design-Farooqui-Ahmed/3f91a4891880de12b64c66b2dd34c82872199a91>
- Forgues, D. (2005). A Value-Based Approach to Managing Construction Projects. <https://www.pmi.org/learning/library/value-based-approach-managing-construction-projects-7456>
- Forgues, D. (2006). Increasing client capabilities through requirement engineering. 10.
- Forgues, D., Brunet, M., & Chbaly, H. (2018). Lean-Led, Evidence-Based and Integrated Design: Toward a Collaborative Briefing Process. *Cooperative Design, Visualization, and Engineering*, 78-85. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00560-3_11
- Forgues, D., & Dionne, J.-P. (2015). CHAIRE INDUSTRIELLE POMERLEAU. 68.
- Forgues, D., Koskela, L. J., & Lejeune, A. (2009). Information technology as boundary object for transformational learning. *Journal of Information Technology in Construction*, 14, 48-58.
- Fronczek-Munter, A. (2016). Usability Briefing for hospital design: Exploring user needs and experiences to improve complex buildings. *DTU Management Engineering*. <https://orbit.dtu.dk/en/publications/usability-briefing-for-hospital-design-exploring-user-needs-and-e>

- Fuentes, M., Smyth, H., & Davies, A. (2019). Co-creation of value outcomes: A client perspective on service provision in projects. *International Journal of Project Management*, 37(5), 696-715. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.01.003>
- Grunden, N., & Hagood, C. (2012). *Lean-Led Hospital Design: Creating the Efficient Hospital of the Future*. Productivity Press. <https://doi.org/10.1201/b11766>
- Hamilton, D. K., & Watkins, D. H. (2008). *Evidence-Based Design for Multiple Building Types*. John Wiley & Sons.
- Hannapel, S., & Vlahopoulos, N. (2014). Implementation of set-based design in multidisciplinary design optimization. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Implementation-of-set-based-design-in-design-Hannapel-Vlahopoulos/62e7fd6c52843387a39574f14d9f577afc2a7561>
- Hannula, O., & Irrmann, O. (2016). Played Into Collaborating: Design Games as Scaffolding for Service Co-Design Project Planning. *Simulation & Gaming*, 47(5), 599-627. <https://doi.org/10.1177/1046878116664662>
- Hansen, K. L. (2008). The Process Is the Product: Collaborative Design in Four Silicon Valley Schools. *Leadership and Management in Engineering*, 8(4), 200-205. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1532-6748\(2008\)8:4\(200\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1532-6748(2008)8:4(200))
- Hershberger, R. (2015a). *Architectural Programming and Predesign Manager*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315645728>
- Hershberger, R. (2015b). *Architectural Programming and Predesign Manager*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315645728>
- Hicks, C., McGovern, T., Prior, G., & Smith, I. (2015). Applying lean principles to the design of healthcare facilities. *International Journal of Production Economics*, 170, 677-686. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.05.029>
- Jallow, A., Demian, P., Baldwin, A., & Anumba, C. (2008). life cycle approach to requirements information management in construction projects: state-of-the-art and future trends. <https://www.semanticscholar.org/paper/life-cycle-approach-to-requirements-information-in-Jallow-Demian/42fa6f7fb345590143c1963b8ca799a37ea6c7d1>
- Jallow, A., Demian, P., Baldwin, A., & Anumba, C. (2010). Development of an innovative framework for clients' requirements information management in construction projects. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Development-of-an-innovative-framework-for-clients%27-Jallow-Demian/06173d74af3e445af113fd76202ada9ae06eabc1>

- Jallow, A., Demian, P., Baldwin, A., & Anumba, C. (2014). An empirical study of the complexity of requirements management in construction projects. *Engineering*, 21. <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2013-0084>
- Jensen, P. (2006). Continuous Briefing and User Participation in Building Projects. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Continuous-Briefing-and-User-Participation-in-Jensen/4afc6829740ce34e780b8b884f2b85cab73733a0>
- Jensen, P., Alexander, K., & Fronczek-Munter, A. (2011). Towards an Agenda for User Oriented Research in the Built Environment.
- Kagioglou, M., Cooper, R., Aouad, G., & Sexton, M. (2000). Rethinking construction: The Generic Design and Construction Process Protocol. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 7(2), 141-153. <https://doi.org/10.1108/eb021139>
- Kamara, J., Anumba, C., & Evbuomwan, N. (2000). Client Requirements Processing in Construction: A New Approach Using QFD. *Journal of Architectural Engineering*, 5. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1076-0431\(1999\)5:1\(8\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0431(1999)5:1(8))
- Kamara, J. M., Anumba, C. J., & Evbuomwan, N. F. O. (2002). Chapter 5 Capturing client requirements with the client requirements processing model (world). Default Book Series. <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/ccricp.31036.0005>
- Karim, J. A., Demian, P., N., B. A., & Anumba, C. (2014). An empirical study of the complexity of requirements management in construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 21(5), 505-531. <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2013-0084>
- Kärnä, S., Julin, P., & Nenonen, S. (2013). User satisfaction on a university campus by students and staff. *Intelligent Buildings International*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17508975.2013.778810>
- Kelly, J. (2007). Making client values explicit in value management workshops. *Construction Management and Economics*. <https://doi.org/10.1080/01446190601071839>
- Kerosuo, H. (2015). BIM-based Collaboration Across Organizational and Disciplinary Boundaries Through Knotworking. *Procedia Economics and Finance*, 21, 201-208. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00168-9](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00168-9)
- Khan, S., & Tzortzopoulos, P. (2015). Improving design workflow with the Last Planner System: Two action research studies. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Improving-design-workflow-with-the-Last-Planner-two-Khan-Tzortzopoulos/a8f9250dfef60b3d46e5900f965dc81cfa940317>

- Kim, T. W., Cha, S. H., & Kim, Y. (2016). A framework for evaluating user involvement methods in architectural, engineering, and construction projects. *Architectural Science Review*, 59(2), 136-147. <https://doi.org/10.1080/00038628.2015.1008397>
- Kiviniemi, A., & Fischer, M. (2004). *Requirements Management Interface to Building Product Models*.
- Koskela, L. (2000). *An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction*. VTT Publications.
- Koskela, L., Ballard, G., & Tanhuanpää, V. (1998). *Towards Lean Design Management*. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Towards-Lean-Design-Management-Koskela-Ballard/fb13d3af7bc84e17a8938032269df5287319c781>
- Kpamma, Z. E., Adjei-Kumi, T., Ayarkwa, J., & Adinyira, E. (2017). Participatory design, wicked problems, choosing by advantages. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(2), 289-307. <https://doi.org/10.1108/ECAM-06-2015-0085>
- Kujala, S. (2003). User involvement: A review of the benefits and challenges. *Behaviour & Information Technology*, 22(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/01449290301782>
- Kunnskapsdepartementet. (2015, mars 27). Meld. St. 18 (2014-2015) [Stortingsmelding]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-18-2014-2015/id2402377/>
- Kagioglou_M_Rethinking_Construction_the_Generic_Design_and_Construction_Process_Protocol.pdf. (s. d.-a). Consulté 7 septembre 2022, à l'adresse https://eprints.lancs.ac.uk/id/eprint/39864/1/2000_Engineering,_Construction_and_Architectural_Management_Kagioglou_M_Rethinking_Construction_the_Generic_Design_and_Construction_Process_Protocol.pdf
- Lariviere, N., Corbière, M., & Dahl, K. (2020). L'étude de cas : Illustration d'une étude de cas multiples visant à mieux comprendre la participation au travail de personnes présentant un trouble de la personnalité limite (p. 89-112). <https://doi.org/10.2307/j.ctv1c29qz7.9>
- Latham, M. (1994). *Constructing the team: Final report: joint review of procurement and contractual arrangements in the United Kingdom construction industry*. HMSO.
- Lean Design: Process, Tools, & Techniques. (s. d.). Consulté 1 décembre 2021, à l'adresse http://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/03/W009-Ballard_Zabelle-2000-Project-Definition-LCI-White-Paper-9.pdf
- Lee, C. C., & Egbu, C. (2005). capturing client needs in refurbishment projects. 10.

- Lippman, P. C. (2010). L'environnement physique peut-il avoir un impact sur l'environnement pédagogique ? (CELE Échanges, Centre pour des environnements pédagogiques efficaces N° 2010/13 ; CELE Échanges, Centre pour des environnements pédagogiques efficaces, Vol. 2010/13). <https://doi.org/10.1787/5km4g20sbt7l-fr>
- Miron, L. I. G., Kaushik, A., & Koskela, L. (2015). target value design: the challenge of value generation. 12.
- Mossman, A. (2013). Choosing By Advantages (p. 197-200). <https://doi.org/10.13140/2.1.1402.5609>
- Mossman, A., Pasquire, C., & Ballard, G. (2010). Lean Project Delivery—Innovation in integrated design & delivery. https://www.academia.edu/238424/Lean_Project_Delivery_innovation_in_integrated_design_and_delivery
- Musa, M. M. (2019). A framework for implementing target value delivery to enhance value creation in the construction industry [Doctoral, Nottingham Trent University]. <http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/44174/>
- Nanda, U., Rybkowski, Z., Pati, S., & Nejati, A. (2016). A Value Analysis of Lean Processes in Target Value Design and Integrated Project Delivery. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 10. <https://doi.org/10.1177/1937586716670148>
- Nemeth, C. (2014). Evidence Based Design: Exploring Research, Education, and Application in Interior Design. <https://doi.org/10.11575/PRISM/25997>
- Reijula, J., Ruohomäki, V., Lahtinen, M., & Reijula, K. (2020). Participatory facility design challenges in two university hospitals. *Intelligent Buildings International*, 12(1), 3-16. <https://doi.org/10.1080/17508975.2017.1342591>
- Salvatierra-Garrido, J., Pasquire, C., & Thorpe, T. (2010). critical review of the concept of value in lean construction theory. 9.
- Sánchez-Fernández, R., & Iniesta-Bonillo, M. Á. (2007). The concept of perceived value: A systematic review of the research. *Marketing Theory*, 7(4), 427-451. <https://doi.org/10.1177/1470593107083165>
- Schouten, H., Heusinkveld, S., van der Kam, W., & Benders, J. (2020). Implementing lean-led hospital design; lessons gained at a pioneer. *Journal of Health Organization and Management*, 35(1), 1-16. <https://doi.org/10.1108/JHOM-08-2019-0250>
- Spiten, T., Haddadi, A., Støre-Valen, M., & Lohne, J. (2016, juillet 20). Enhancing value for end users—a case study of end-user involvement.

- Suhr, J. (1999). The Choosing by Advantages Decisionmaking System. https://books.google.com/books/about/The_Choosing_by_Advantages_Decisionmaking.html?hl=fr&id=TulbgUyU2GsC
- Thomson, D., Austin, S., Devine-Wright, H., & Mills, G. R. (2003). Managing value and quality in design. https://repository.lboro.ac.uk/articles/journal_contribution/Managing_value_and_quality_in_design/9445154/1
- Thyssen, M. H., Emmitt, S., Bonke, S., & Kirk-Christoffersen, A. (2011). Facilitating Client Value Creation in the Conceptual Design Phase of Construction Projects: A Workshop Approach. *Architectural Engineering and Design Management*. <https://doi.org/10.3763/aedm.2008.0095>
- Tillmann, P. A., & Miron, L. (2020). Value generation: Bringing the customer into perspective. In *Lean Construction*. Routledge.
- Tommelein, I. (2008). Set-based design: Case study on innovative hospital design. 16th Annual Conference of the https://www.academia.edu/787631/Set_based_design_case_study_on_innovative_hospital_design
- Tookaloo, A., & Smith, R. (2015). Post Occupancy Evaluation in Higher Education. *Procedia Engineering*, 118, 515-521. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.470>
- Trischler, J., Pervan, S. J., Kelly, S. J., & Scott, D. R. (2018). The Value of Codesign: The Effect of Customer Involvement in Service Design Teams. *Journal of Service Research*, 21(1), 75-100. <https://doi.org/10.1177/1094670517714060>
- Tzortzopoulos, P., Codinhoto, R., Kagioglou, M., Rooke, J. A., & Koskela, L. J. (2009). The gaps between healthcare service and building design: A state of the art review. *Ambiente Construido*, 9(2), Art. 2.
- Tzortzopoulos, P., Hentschke, C. dos S., & Kagioglou, M. (2020). Lean product development and design management. In *Lean Construction*. Routledge.
- Tzortzopoulos, P., Kagioglou, M., & Koskela, L. (Éds.). (2020). *Lean Construction: Core Concepts and New Frontiers*. Routledge. <https://doi.org/10.1201/9780429203732>
- Walsham, G. (2006). Doing interpretive research. *European journal of information systems*, 15(3), 320-330.
- Whelton, M., Ballard, G., & Tommelein, I. D. (2002). a knowledge management framework for project definition. 16.

- Whyte, J., & Gann, D. (2003). Design Quality Indicators: Work in progress. *Building Research and Information*, 31, 387-398.
<https://doi.org/10.1080/0961321032000107537>
- Winch, G., Usmani, A., & Edkins, A. (1998). Towards total project quality: A gap analysis approach. *Construction Management and Economics*, 16(2), 193-207.
<https://doi.org/10.1080/014461998372484>
- Woodall, T. (2003). Conceptualising 'Value for the Customer': An Attributional, Structural and Dispositional Analysis. *Academy of Marketing Science Review*, 12.
- Yu, A. T. W., Shen, Q., Kelly, J., & Hunter, K. (2007). An empirical study of the variables affecting construction project briefing/architectural programming. *International Journal of Project Management*, 25(2), 198-212.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.09.016>
- Zidane, Y. J.-T., Stordal, K. B., Johansen, A., & Van Raalte, S. (2015). Barriers and Challenges in Employing of Concurrent Engineering within the Norwegian Construction Projects. *Procedia Economics and Finance*, 21, 494-501. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00204-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00204-X)
- Zimina, D., Ballard, G., & Pasquire, C. (2012). Target value design: Using collaboration and a lean approach to reduce construction cost. *Construction Management and Economics*, 30, 383-398. <https://doi.org/10.1080/01446193.2012.676658>
- Zimmerman, P. A. (2006). Guide sur le processus de conception intégré. 18.