

# LEAN CONSTRUCTION

Une démarche favorable  
à la prévention



Cet ouvrage a été rédigé par Yves Chassagne,  
Responsable d'opération à la Direction technique de l'OPPBTP.

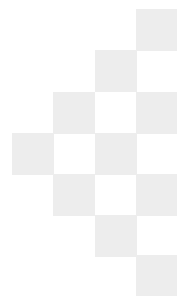
**OPPBTP**

L'OPPBTP est l'Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics. Sa mission est de conseiller, former et informer les entreprises de ce secteur à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles et à l'amélioration des conditions de travail.

L'OPPBTP s'appuie sur des équipes réactives, engagées et professionnelles pour promouvoir et développer l'offre de services élaborée pour tous, quels que soient la taille de l'entreprise, son activité ou son niveau d'expertise en prévention. L'Organisme fait de la prévention un véritable levier de performance et de progrès et met à disposition sur son site [www.preventionbtp.fr](http://www.preventionbtp.fr) des publications, outils pratiques, fiches conseils, solutions, vidéos, ainsi que des articles d'actualité pour aider les entreprises dans leur gestion de la prévention.

# LEAN CONSTRUCTION

**Une démarche favorable  
à la prévention**





# PRÉFACE

Le BTP entre dans une période de mutation profonde. On évoque une triple révolution à la fois sociétale, numérique et constructive. À l'ouverture du salon Batimat 2019, Julien Denormandie, alors ministre chargé de la Ville et du Logement, a rappelé la nécessité de construire mieux et plus vite pour répondre aux besoins de logements. Des techniques de construction innovantes, susceptibles de modifier notre écosystème, apparaissent sur nos chantiers.

Clayton Christensen, universitaire américain à Harvard, évoque trois types d'innovations :

- L'innovation incrémentale qui vise à améliorer ce qui existe déjà et qui montre vite ses limites.
- L'innovation d'efficacité qui consiste à organiser, structurer, améliorer et étayer un domaine pour le rendre plus performant.
- L'innovation disruptive qui change les standards existants pour simplifier le système et donner de la maîtrise et de l'efficacité. C'est la plus avantageuse de toutes les innovations mais c'est celle qui nécessite le plus d'imagination et de remise en cause des habitudes.

L'OPPBTB lance de nombreuses recherches pour donner à la prévention un élan novateur capable d'encourager ces évolutions. Le but du préventeur reste bien sûr de profiter des innovations pour réduire encore davantage les risques d'accident sur les chantiers du BTP. Bien qu'en diminution, ils sont toujours trop présents, particulièrement les chutes de hauteur et les troubles musculo-squelettiques.

Le Lean Construction représente-t-il une rupture complète dans les habitudes ? Est-il capable d'apporter ce changement de paradigme ? Rentre-t-il dans cette catégorie d'innovations disruptives capables d'imaginer la construction autrement et de suivre les futures mutations en assurant une adéquation optimale entre prévention et performance ?

Cet ouvrage retrace quatre ans d'expérimentations et d'observations des chantiers du BTP implémentant le Lean Construction. Vous pourrez y trouver les bases techniques du Lean Construction mais aussi des paramètres qui vous permettront d'équilibrer votre démarche et de la rendre la plus performante et la plus durable possible.

**Paul Duphil**  
**Secrétaire général de l'OPPBTB**



# SOMMAIRE

Introduction	7
<hr/>	
<b>ORIGINE ET ÉVOLUTION DU LEAN</b>	<b>9</b>
<b>Du Lean au Lean Construction</b>	<b>10</b>
<b>Contexte et développement du Lean Construction</b>	<b>12</b>
Les besoins en qualité dans la construction	12
Les besoins en organisation des chantiers	15
Les besoins en délais de réalisation	16
<hr/>	
<b>PRINCIPES ET OUTILS DU LEAN CONSTRUCTION</b>	<b>17</b>
<b>Les principes du Lean Construction</b>	<b>18</b>
L'accent sur la valeur ajoutée	18
La performance collective	18
L'engagement des acteurs	18
La transparence	19
La participation de tous	19
L'anticipation	19
L'amélioration continue	20
Le management visuel	20
<b>Les outils du Lean Construction</b>	<b>21</b>
Le planning collaboratif	21
Les indicateurs de suivi	23
La méthode des 5S	25
Le plan d'installation dynamique de chantier (PIDC)	26
<b>Les déterminants d'une démarche Lean Construction réussie</b>	<b>27</b>
La conception	27
Le référentiel Lean Construction	28
Les outils du Lean Construction	28
La concertation	29
L'équilibre entre approche curative et approche préventive	29
L'environnement du chantier	30
La qualité	30
Les modes opératoires	31
La gestion des équipes	31



Le management	31
La gestion des flux	32
La sécurité et la propreté	32
L'implication des fournisseurs	32
<hr/>	
<b>LES EFFETS DU LEAN CONSTRUCTION SUR LA PRÉVENTION</b>	<b>33</b>
<b>Un chantier découverte à Châtellerault</b>	<b>35</b>
Caractéristiques du chantier et mise en œuvre de la démarche	35
Outils employés	36
Résultats des observations	37
Bilan d'étape et perspectives	40
<b>Déploiement et structuration du Lean sur le chantier d'Aytré en Charente-Maritime</b>	<b>40</b>
Caractéristiques du chantier et mise en œuvre de la démarche	40
Outils employés	41
Résultats des observations	42
Bilan d'étape et perspectives	45
<b>Maturité du Lean Construction sur le chantier de Martignas</b>	<b>46</b>
Caractéristiques du chantier et mise en œuvre de la démarche	46
Outils employés	47
Résultats des observations	48
Bilan d'étape et perspectives	51
<b>Bilan général des expérimentations</b>	<b>52</b>
La gestion des flux, grande gagnante du Lean	53
Le Lean Construction favorise l'implication de toute la chaîne de valeurs	55
Des conditions de travail améliorées	57
Une qualité de réalisation supérieure	59
Perspectives de déploiement ultérieur	61
<b>Conclusion</b>	<b>63</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>65</b>
<b>Annexe 1</b>	<b>66</b>
<b>Annexe 2</b>	<b>79</b>



# INTRODUCTION



**Le Lean est un concept développé dans le secteur manufacturier au Japon dans les années 50. Il se fonde sur un certain nombre de principes industriels pour améliorer la qualité de production, réduire les gâchis et répondre à de nouvelles nécessités de délais et de coûts.**

Le Lean Construction émane du concept Lean par une application spécifique issue des travaux universitaires de Glenn Ballard à l'université de Berkeley dans les années 90. Cette nouvelle approche prend son essor en France sur les chantiers du BTP avec des interrogations sur les effets que pourrait avoir une telle organisation sur les conditions de travail et les risques professionnels.

Pris au sens strict, le terme « Lean » qui signifie « maigre, pauvre » ne traduit pas toute la portée philosophique du concept. Les outils élaborés sont la partie visible de la démarche, mais beaucoup reconnaissent que ce sont les principes qui dirigent l'application qui en sont le véritable fil conducteur. Les définitions qu'en ont donné divers experts sont représentatives de ce constat.

- **Selon Glenn Ballard**, « le Lean Construction se définit comme l'assemblage subtil d'une quête d'idéal opérationnel, de 'principes' appliqués à cette quête et de 'méthodes' utilisées pour appliquer ces principes. »
- **Pour le Lean Construction Institute**, « c'est un processus continu d'élimination des gaspillages, atteignant ou dépassant tous les besoins

du client, se focalisant sur l'ensemble de la chaîne de création de valeur et cherchant la perfection dans l'exécution d'un projet de construction. »

■ **Selon l'OPPBTP**, « le Lean Construction rassemble tous les acteurs d'une opération de construction dans une démarche de recherche coopérative et préventive de la performance. Il s'agit d'anticiper tous les engrenages du chantier par une étude méthodique, concertée, évolutive et évaluée du chantier dès sa conception. L'objectif consiste à mettre en adéquation les ressources disponibles et les moyens alloués au projet pour atteindre une qualité optimale. Ainsi, l'attachement à la performance globale, à l'équilibre entre les acteurs, à la sécurité et la préservation des conditions de travail des opérateurs et encadrants représente le fil conducteur du Lean Construction. »

L'OPPBTP observe avec intérêt le développement du phénomène « Lean Construction » pour en mesurer l'impact sur la performance globale des chantiers, conjointement aux problématiques de prévention des risques professionnels et des conditions de travail. À ce titre, l'OPPBTP a suivi de nombreuses opérations et acteurs du BTP pour dresser ce premier bilan du Lean Construction\*.

L'objet de cet ouvrage est de reprendre les grands principes du Lean Construction au regard de ces observations et de montrer l'intérêt de leur application sur les chantiers de construction, afin d'améliorer les problématiques d'organisation. Le but est de faciliter l'appropriation du concept par les différents acteurs de la construction pour une mise en œuvre favorable à la prévention des risques professionnels.

---

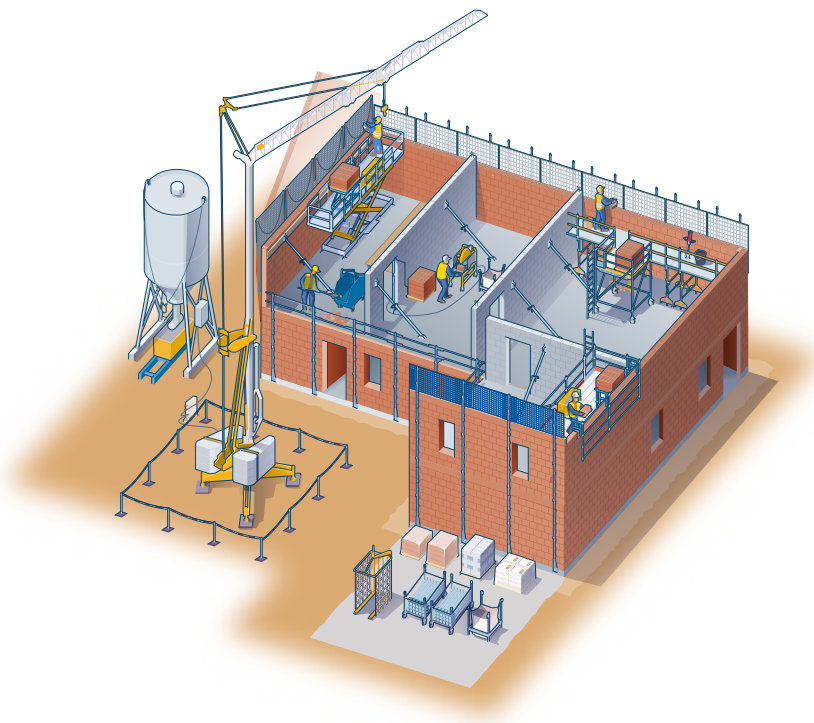
\* Une action expérimentale a fait l'objet d'un rapport d'étude « *Lean Construction - démarche d'optimisation de la production et de réduction des gaspillages sur chantier* », FFB Nouvelle Aquitaine, OPPBTP, paru en 2018.

---



# ORIGINE ET ÉVOLUTION DU LEAN

Le Lean est le fruit d'une longue réflexion visant à améliorer globalement la production manufacturière face à des changements de contexte économique.



Le Lean plonge ses racines dans l'Amérique du début du 20<sup>e</sup> siècle dans un contexte de mutation profonde. Henri Ford va dresser une liste de principes opérationnels simples pour faire face à une nécessité de gestion des flux la plus continue possible. La norme Ford est extrêmement qualitative : rangement des lieux de travail, capitaines d'industrie qui doivent servir leurs communautés, amélioration continue, association des fournisseurs au process, collaboration sur le terrain entre les strates hiérarchiques...

Le Japon va connaître d'autres nécessités à l'issue de la seconde guerre mondiale. C'est à travers l'étude des process américains et de leurs nombreux gâchis que le jeune ingénieur Taichii Ohno va poser les bases du management Toyota. Le concours de William Deming (1900-1993) dans l'approche japonaise du Lean a été essentiel. William Deming est un statisticien, professeur d'université, auteur, consultant et précurseur de l'étude des systèmes de management et de qualité. Son influence au Japon est telle que l'Empereur le décore en 1960 de la plus haute distinction accessible à un étranger (2<sup>e</sup> classe du trésor sacré). Héros national au Japon, il ne sera reconnu aux États-Unis qu'après sa mort. On lui doit de nombreux préceptes tels que « la roue de Deming » et l'idée du PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), selon laquelle le management collaboratif joue un rôle central. Proposé à l'industrie américaine, ce précepte sera peu suivi d'effets alors qu'il a été intégré dans l'industrie automobile japonaise. Cette divergence marque un point de rupture entre les deux courants industriels. Rapidement, l'industrie automobile japonaise a vu sa productivité augmenter grâce à un management incorporant notamment la notion de « juste à temps » (*just on time*) qui lui a permis de supporter de nouvelles nécessités et de basculer du concept de flux poussés par les prévisions de production à celui de flux tirés par les demandes des clients, adapté au contexte de fin du XX<sup>e</sup> siècle.

Le terme Lean, qui regroupe les notions de « raboter, enlever l'inutile », n'apparaîtra finalement qu'en 1980 au MIT (*Michigan Institute of Technology*) à Boston, Michigan, USA).

## Du Lean au Lean Construction

La démarche d'optimisation dans la construction existe depuis fort longtemps mais s'est réellement structurée à la fin du XX<sup>e</sup> siècle pour tenter de résoudre la question prégnante de la valeur ajoutée et de la réduction des gestes et opérations inutiles à la réalisation produit commandé par le client. Cette réflexion s'enrichit de plusieurs études menées aux États-Unis dans les manufactures où l'origine des dysfonctionnements de production apparaissent clairement dans les problématiques liées aux flux. Il apparaît aussi que la fragmentation des tâches crée des points de blocage nuisibles à la régularité de la production.

Le bâtiment présente cette particularité de conjuguer une multitude d'acteurs, des flux complexes, trop souvent séparés et individualisés, et des tâches fragmentées. Des recherches appliquées au bâtiment vont démarrer autour de ces aspects. Ce n'est qu'en 1993, lors de la rencontre de Glenn Ballard et de Lauri Koskela à Berkeley (Californie), que le Lean Construction voit le jour. Une conférence inaugurale à Helsinki concrétise cette évolution



qui débouche en 1997 sur la création d'une association nommée « Lean Construction Institute » dont l'objectif est de promouvoir le Lean Construction à travers le monde : de nombreuses délégations apparaissent dans différents pays à dominante anglo-saxonne ou hispanique sur le continent américain.

Glenn Ballard va ensuite développer des outils adaptés à la construction, par exemple le « last planner system (LPS) » (*source P. Dupin « Le Lean appliqué à la construction »*). Cet outil met en jeu un planning établi en collaboration avec les différents acteurs qui prend en compte les rythmes de travail, les tâches et le zonage en vue d'améliorer la gestion globale du chantier. Ce point sera évoqué plus en détail au chapitre 2.



▲ Planning collaboratif de l'opération à trois semaines (en haut) et planning d'opération (en bas)

Ce nouveau mode de gestion Lean Construction a fait l'objet de nombreux ouvrages en langue anglaise depuis 1990. Ce n'est que depuis 2010 que des ouvrages en langue française ont vu le jour sous l'influence de consultants spécialisés (*voir bibliographie*). Nous souhaitons ici compléter la littérature existante en abordant ce sujet sous l'angle de la prévention des risques professionnels et promouvoir un Lean Construction équilibré et universel reliant tous les acteurs de la construction.

# Contexte et développement du Lean Construction

Le terme Lean reflète assez mal l'approche philosophique participative qu'il sous-tend. C'est pourquoi le Lean est souvent incompris et utilisé de manière variable et segmentée. Une telle mise en œuvre conduit à des dérives qualifiées « d'optimisation brutale » et à une forme de néo-taylorisme de l'organisation (Michel Saily : « Démocratiser le travail »).

Choisir le Lean, c'est s'engager à déployer tous ses principes à des degrés différents d'application. Retrancher une partie des principes aboutit à terme à des déviations sur les schémas décisionnels plus ou moins unilatéraux, ou sur la pression de production.

Aujourd'hui, l'enjeu principal du déploiement du Lean Construction est de recentrer la démarche sur l'esprit et non sur la forme ou les outils. Une définition claire du Lean Construction doit permettre l'appropriation commune et partagée du sujet, en faciliter une évaluation factuelle et objective, favoriser la montée en compétence de tous les acteurs.

Dans cet ouvrage, l'OPPBTB propose une définition du Lean Construction intégrant la prévention des risques professionnels et l'amélioration des conditions de travail. La démarche sera développée au chapitre 2.

## Les besoins en qualité dans la construction



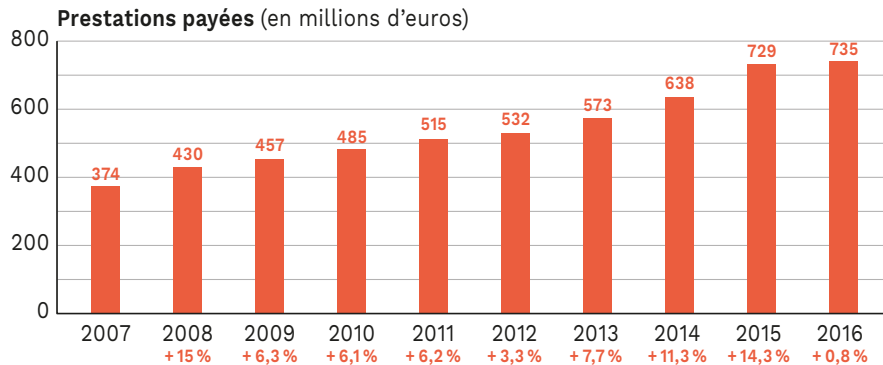
**Les chiffres 2018 de l'Observatoire qualité de la construction de l'AQC montrent que le coût de la sinistralité « Dommage Ouvrage » ne cesse d'augmenter, passant de 374 M€ en 2007 à 735 M€ en 2016.**

Les modalités constructives actuelles incorporent des technologies de plus en plus performantes pour répondre, entre autres, aux objectifs de réglementation thermique et au besoin d'optimisation des coûts... Les interfaces entre corps d'état et acteurs de l'ingénierie nécessitent un renforcement des modalités d'organisation des chantiers.



▼ La sinistralité DO

Prestations payées brutes de recours (M€)

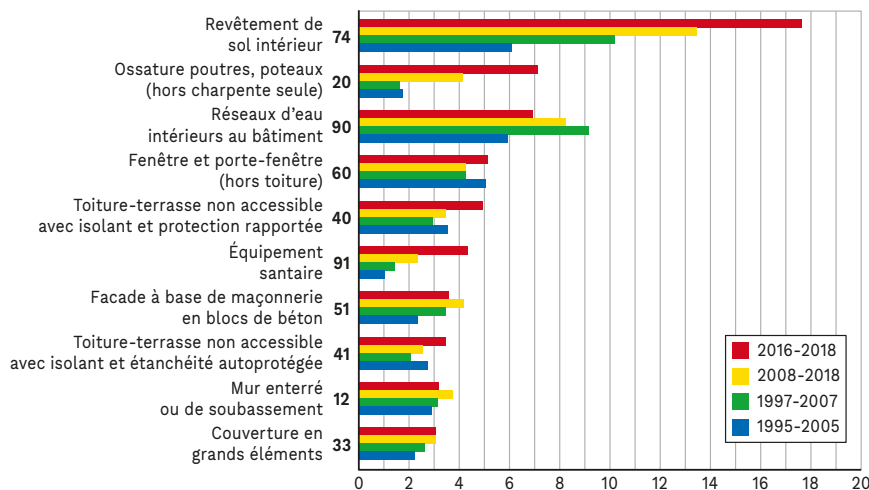


L'Observatoire de la qualité de la construction de l'AQC présente les causes et le classement des pathologies les plus récurrentes. Il apparaît clairement que ces désordres proviennent majoritairement de zones constructives situées à l'interface de plusieurs corps d'état, où la collaboration nécessite d'être renforcée (*Top 10 du Sycodès*). Les différents types de construction présentent des résultats similaires, comme ici, les statistiques relatives aux logements collectifs.

▼ Logements collectifs

Extraits de l'Observatoire de la qualité de la construction de l'AQC, édition 2019

Répartition en % de coût



Ce diagramme présente la répartition en pourcentage de l'effectif des désordres par typologie, pour trois périodes longues de onze années chacune et une période courte de trois années récentes. Cette présentation permet de voir l'évolution de leurs occurrences. L'intitulé du désordre est suivi du code de la nomenclature D de Sycodès.

Par exemple, les désordres liés à un défaut d'étanchéité à l'eau arrivent en tête de toutes les causes des pathologies. Ce point illustre le besoin d'amélioration de la collaboration entre corps d'états connexes.

La conception et l'intégration des divers procédés représentent aussi une part importante des problèmes relevés. Dans l'exemple ci-dessous, l'interface déficiente entre les choix architecturaux du bâtiment et les menuiseries montre l'intérêt qu'il y a à associer le plus tôt possible les acteurs de l'ingénierie aux entreprises lors de la réalisation des travaux.



▲ La partie basse de la menuiserie est la plus vulnérable car la plus exposée aux intempéries



▲ Difficulté d'accès pour l'entretien des menuiseries extérieures due aux ventelles

Autres points de vigilance relevés : certaines pathologies peuvent provenir de matériaux dégradés à la suite d'une exposition aux intempéries lors de leur stockage en phases transitoires.



▲ Exemple d'un stockage d'éléments bois mal protégé des intempéries et en contact avec l'humidité du sol



▲ Le bâtiment non protégé (notamment les éléments bois au niveau de la toiture terrasse) est resté longtemps exposé aux intempéries avant d'être mis hors d'eau

NB : Les quatre photos présentées ci-dessus sont extraites du guide de l'Observatoire de la qualité de la construction, édition 2018.

Les parutions spécialisées en pathologie du bâtiment montrent qu'il est urgent de renforcer activement les échanges d'information entre tous les acteurs de la construction.





## Les besoins en organisation des chantiers

La maîtrise d'ouvrage se plaint souvent de la mauvaise gestion des chantiers qu'elle finance. Le rapport 2017 de l'Office général du bâtiment et des travaux publics (OGBTP) pointe du doigt une détérioration des relations entre acteurs sur chantier à cause d'un contexte économique dégradé, ce qui crée un malaise général et une perte de valeur ajoutée globale. Selon ce rapport, l'état actuel de la construction consiste en une sorte de chacun pour soi.

Les causes des dysfonctionnements mentionnés sont les suivantes :

- plannings incohérents et délais irréalistes ;
- mauvaises définitions de mission et attributions redondantes de pouvoirs avec un nombre pléthorique d'intervenants ;
- définition aléatoire des programmes et des prestations, dépassement des coûts.

Ce rapport conclut que : « *c'est toute l'économie du projet qu'il faut restaurer autour de relations assainies, dans un partenariat serein, transparent et équilibré* ». Les principes de base à restaurer sont la courtoisie, le respect et l'écoute de l'autre, ainsi que la loyauté envers le projet.

Les maîtres d'ouvrage, conscients de ces problématiques, cherchent à instaurer de nouveaux modèles et regardent avec envie les méthodes de construction modulaires telles que les programmes à base de containers aménagés de type « *flying nest* » pour le groupe Accor, qui s'affranchissent de nombreuses contraintes.

Depuis 2018, en effet, le groupe hôtelier met en œuvre un concept innovant d'hôtels itinérants et éphémères, à base de containers de marine aménagés.



▲ Un hôtel construit avec des containers à Avoriaz

Certains sites ont ainsi bénéficié momentanément de ce type de constructions à l'occasion d'événements prestigieux (les 24 heures du Mans, la station d'Avoriaz et d'autres). La rapidité de construction et l'adaptabilité aux besoins permettent de répondre aux nécessités ponctuelles d'hébergement. Les

modifications méthodologiques appliquées ici sont facilement transposables à d'autres besoins ; elles sont susceptibles, à terme, de remettre en cause les équilibres sociologiques du BTP.

## Les besoins en délais de réalisation

De nombreux pays limitrophes de la France mettent en œuvre le Lean Construction et se satisfont des progrès constatés. Ainsi, l'Espagne s'appuie sur des études soutenues par des établissements à caractère public (*Fundación laboral de construcción*, Navarre) au travers de programmes d'information, comme le programme de formation universitaire « LeanCO » réalisé en partenariat avec le Cesi La Rochelle. De nombreuses délégations du Lean Construction Institute apparaissent dans divers pays plus éloignés, notamment la Russie et Israël.

En France, le Lean Construction s'implante en priorité dans les grandes entreprises. Il est à noter que le secteur des travaux publics développe depuis de nombreuses années des concepts favorables à l'ancrage du Lean Construction : planning « chemin de fer », maintenance préventive du matériel, démarches et référentiels prévention de type MASE. Les entreprises majors françaises trouvent dans ces techniques de quoi asseoir leur leadership mondial grâce à une meilleure maîtrise des délais.

Grâce au Lean Construction, Bouygues Travaux Publics améliore l'effectivité de ses méthodes sur un chantier de travaux maritimes à Calais. L'entreprise communique au travers d'une vidéo qui ne fait pas mention des outils du Lean Construction mais insiste davantage sur l'état d'esprit de la démarche et ses valeurs : remise en cause et amélioration continue, écoute et participation des opérateurs, notamment.



▲ <https://www.youtube.com/watch?v=t8AFEPqXc>

Bouygues travaux Publics à l'heure du Lean Management

Les TPE et PME pourraient bénéficier des avantages du Lean Construction en repensant leurs modèles de production selon ces principes, mais cela nécessite une appropriation et une mise en application de ces nouvelles méthodes pour lesquelles elles ne sont pas toujours prêtes. Certaines d'entre elles ont cependant entamé cette remise en cause afin de développer leur compétitivité en optimisant leur délai et leur organisation.

# PRINCIPES ET OUTILS DU LEAN CONSTRUCTION

Le Lean Construction est avant tout un ensemble de principes philosophiques d'amélioration de la production appliqués au secteur du BTP. Rappelons que, dans le cadre de sa démarche participative, le Lean Construction doit associer le maître d'ouvrage ainsi que tous les acteurs de l'ingénierie aux côtés des entreprises de travaux.



Ce chapitre détaille les principes classés par ordre décroissant de priorité et les outils d'une démarche Lean Construction, auxquels nous avons ajouté un ensemble de déterminants opérationnels qui suivent la chronologie des étapes de la construction.

# Les principes du Lean Construction

## L'accent sur la valeur ajoutée

La valeur ajoutée est au cœur de la démarche Lean comme elle est au cœur du métier ; elle est bien évidemment au centre des préoccupations. La précipitation et le non-respect des principes développés dans ce chapitre entravent fortement l'activité. La vitalité du chantier repose en effet sur la capacité de chacun à s'investir, à réagir et à anticiper les problèmes : il faut donc privilégier l'autonomie. Chacun doit rester dans son cœur de métier et respecter un juste équilibre entre les temps de réflexion, de partage, de production et de récupération. Il faut garder à l'esprit ces deux questions : quelles sont les tâches qui polluent mon emploi du temps et comment y remédier ?

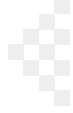
## La performance collective

Un projet de construction regroupe, pour un temps donné, des entreprises dont les impératifs sont variés et qui disposent d'une autonomie complète pour gérer leur activité. Une approche unilatérale ne suffit pas à souder un groupe dans un engagement loyal au projet ; il faut que les enjeux de chacun soient mûris, formulés et ensuite exposés de manière ouverte et constructive. La somme de tous ces enjeux canalisés, résolus au mieux suivant l'intérêt du projet, crée la synergie de cette équipe temporaire de chantier afin d'atteindre une performance optimale. Quitter cette juste mesure créera forcément des pressions et des déséquilibres.

## L'engagement des acteurs

Mettre en œuvre une performance collective exige donc l'engagement des acteurs du projet, ce qui va créer la loyauté au projet mentionné ci-dessus, autour des objectifs collectifs et individuels indispensables à la réussite du projet.

Il est indispensable d'investir du temps pour établir un climat de communication ouvert et bienveillant, où les succès sont valorisés et où les erreurs sont des leviers de progrès. Le niveau de maturité de chaque structure et de chaque collaborateur doit correspondre aux exigences attendues. Le temps consacré à cette synchronisation est primordial pour instaurer la confiance entre tous les acteurs



## La transparence

Le Lean Construction repose sur une vision partagée et cohérente du projet à mener. Les objectifs doivent être formulés clairement, compris et acceptés par tous. Des documents écrits, clairs, joints aux pièces marchés permettent d'homogénéiser et de clarifier les offres de prestations. Le maître d'ouvrage va ainsi pouvoir définir ses lignes stratégiques, clarifier ses demandes de prestations et connaître tous les attendus du projet aussi bien du point de vue qualitatif que du point de vue quantitatif. Cela va l'aider dans son choix de partenaires de niveau de performance homogène. Dès lors, c'est tout un management qui se met en place autour de bases saines et équitables.

## La participation de tous

La participation de tous les acteurs du projet est un élément constitutif de l'approche Lean Construction. En effet, les clivages internes aux entreprises freinent le flux d'informations, fragmentent le travail et créent des zones d'ombre propices aux manquements et aux aléas ; personne ne se sent responsable. Connaître le « qui fait quoi » va éclairer les acteurs sur leur actions concrètes à mener dans ce projet. On notera à ce propos que les encadrants ont beaucoup de difficultés à considérer le temps de réflexion et de communication avec les opérateurs comme du temps de production effectif, alors que cette synchronisation permet de lier le travail prescrit et le travail réel. Le partage et la mutualisation des informations entre encadrants et opérateurs est source de performance, d'amélioration de la qualité, de tenue des délais et de diminution des risques professionnels.



Participation des acteurs du chantier ►

## L'anticipation

L'anticipation représente la clé de la maîtrise des processus ; elle repose sur de nombreux échanges afin d'obtenir des modalités de fonctionnement claires ; ces échanges permettent de décortiquer tous les aspects de la construction qui seront matérialisés sur le planning par des points de vigilance appelés « jalons ».

Le maître d'ouvrage doit être le premier à s'appliquer ce principe afin d'être exemplaire et de bien démarrer le projet. Tous les acteurs doivent décliner cette logique en procédant à une analyse multifactorielle de type rétroplanning, afin de maîtriser les événements futurs sans aléas majeurs. Les acteurs doivent considérer que l'approche curative, c'est-à-dire remédiant à des dysfonctionnements ponctuels, ne peut s'entendre que pour des événements mineurs et survenant de manière exceptionnelle. Il appartiendra aux acteurs de choisir, en fonction des enjeux, un niveau d'exigence préventive adapté et mesuré.

## L'amélioration continue

Le Lean Construction représente un processus d'excellence opérationnel qui demande une attention permanente. La logique d'amélioration continue est le fil conducteur de la démarche, où les erreurs doivent être considérées comme des leviers d'amélioration. Une analyse exhaustive des causes, basée sur la remontée d'informations issues du terrain, assure l'émergence de solutions performantes pour résoudre les problèmes. Ce principe montre encore une fois l'importance de l'implication des opérateurs de terrain, car ce sont eux qui sont directement confrontés aux problèmes et qui peuvent y apporter des solutions. La mise en place d'indicateurs fiables, pertinents, et dont le temps de suivi reste compatible avec la situation, va concrétiser les progrès réalisés.

## Le management visuel

Les réunions de chantier ont lieu sur des créneaux horaires très restreints qui nécessitent une synchronisation rapide des acteurs. Le management à partir de supports visuels partagés, où chacun peut apporter son point de vue et son retour d'expérience, fait gagner en rapidité, en efficacité et en prise de décision lors de la résolution des difficultés. Le temps imparti à ces réunions hebdomadaires peut ainsi être réduit à 45 minutes.



◀ Consignes de sens de passage des équipes travaux dans les logements



# Les outils du Lean Construction

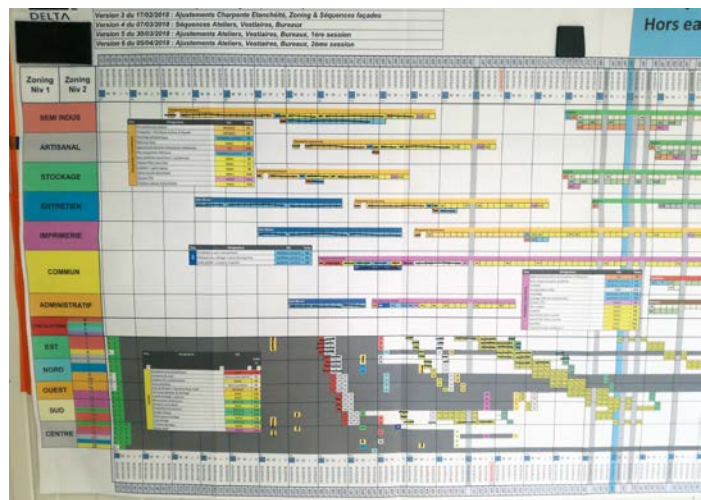
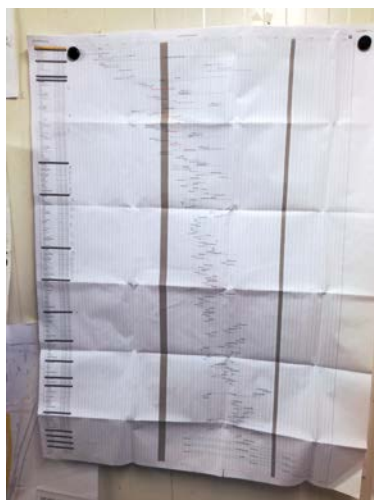
## Le planning collaboratif

Il s'agit d'un ensemble d'outils de prévision réalisé de manière collaborative. Le planning collaboratif (*Last planner system*) en est le point d'orgue. Inventé par Glenn Ballard et marque déposée du Lean Institute, ce type de planning associe les rythmes de travail, les tâches et le zonage ou micro-zonage pour créer un outil de pilotage de chantier exhaustif, basé sur la participation et la concertation de tous les acteurs.

L'objectif est notamment **d'augmenter** la performance du planning Gantt traditionnel en incorporant une notion de tempo, un listing des tâches précis et un zonage de chantier. Ce dernier élément apporte une dimension spatiale beaucoup plus précise, qui permet de déterminer les tâches et les interfaces.

Un tel planning ne requiert aucun outil particulier mais de **l'anticipation** et surtout une approche collaborative, basée sur la libre expression de chacun, dans un cadre où le bien commun est respecté. Il procure une vision à court, moyen et long terme des tâches à réaliser, permettant à chaque entreprise d'anticiper ses cinématiques, ses besoins en hommes et en matériels afin d'assurer un flux constant de production de façon fluide et pérenne.

**i** Le planning collaboratif est un outil visuel, simple à appliquer sur le chantier, qui exclut les improvisations mais qui nécessite l'adoption des méthodes de management collectif.



▲ Exemples de planning collaboratif

## Les avantages du planning collaboratif

Le planning collaboratif présente de nombreux avantages, tels que :

- 1 / Une planification participative grâce aux informations concrètes données par les personnes qui exécuteront les travaux.
- 2 / Un détail des tâches par zone d'intervention.
- 3 / Une identification des contraintes et des conditions nécessaires à la bonne réalisation des tâches.
- 4 / Une réduction des écarts entre le travail prescrit et le travail réel.
- 5 / La responsabilisation des intervenants sur les tâches.
- 6 / L'ajustement des tâches en fonction des interventions et des intervenants.
- 7 / Une meilleure communication entre les différents acteurs du chantier et un dialogue apaisé.


Tous ces avantages contribuent à la prévention des risques et à l'amélioration des conditions de travail.

## La mise en pratique du planning collaboratif

Lors de chaque réunion de chantier, le maître d'œuvre anime le planning collaboratif avec les conducteurs de travaux et les chefs d'équipe. Ensemble, ils ajustent les tâches en débloquent les chemins critiques, ce qui est d'autant plus facile que le contexte est par ailleurs maîtrisé.

Au démarrage du chantier et dès la phase de préparation, les entreprises doivent fixer un format d'intervention suffisamment fiable pour que le planning se déroule correctement. Le management de l'entreprise doit veiller à ce que des changements de dernière minute n'entravent pas cette préparation au sein de leur structure et chez leurs partenaires.

Une première concertation intervient à ce point d'avancement pour fixer les zones de chantier à considérer : par exemple, extérieurs verticaux, façades, niveaux, cages d'escalier... Ce découpage ne saurait être immuable. Les entreprises doivent indiquer l'enchaînement de leurs tâches en tenant compte des interfaces avec les autres corps d'état.



**Pour être efficace,  
le planning collaboratif  
doit être engagé  
le plus tôt possible.**

Il convient ensuite de matérialiser, à l'aide par exemple d'autocollants de couleur (Post-it) l'ordonnancement des tâches, pour chaque zone et pour les semaines de travaux à venir. Le planning ainsi négocié est passé en revue jusqu'à ce qu'il soit validé par les acteurs d'encadrement et de terrain.





Un planning à trois semaines permet aux chefs de chantier de mieux affiner les tâches à effectuer.

L'affichage de ce planning dans les étages ou dans une salle commune permet à chacun de visualiser l'ordonnancement des tâches, tel qu'il a été défini. De plus, la création d'un lieu de vie accueillant apporte une valeur sociale et communautaire qui consolide le collectif.

Le planning collaboratif est simple à comprendre et à utiliser ; l'expérience montre que les entreprises et leurs collaborateurs l'adoptent facilement.

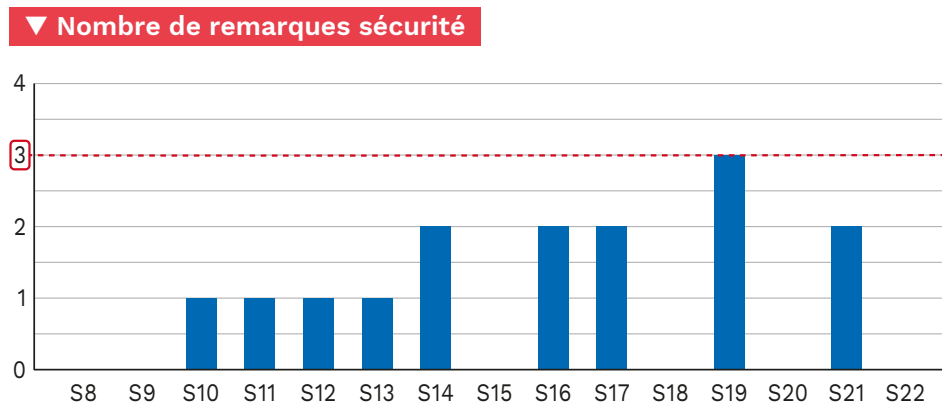
## Les indicateurs de suivi

Les indicateurs sont une donnée emblématique du projet ; ils représentent les objectifs à atteindre pour tous, de manière simple, rapide et visuelle. La saisie et le traitement des éléments qui constituent les indicateurs doivent rester faciles et accessibles. Le traitement ne doit pas être chronophage sous peine de disparaître avant la fin du chantier. A priori, chaque activité importante doit bénéficier d'un indicateur pertinent qui permette de vérifier son avancement et son pourcentage de réalisation par rapport à ce qui était prévu. Mais surtout, les indicateurs contribuent au bon pilotage du projet car ils sont la mesure de l'atteinte des objectifs. Un plan d'action est préparé pour corriger les écarts en cas de non-atteinte des objectifs.

### Exemples d'indicateurs mis en place par le consultant sur les chantiers expérimentaux

**1/ La sécurité :** Nombre de remarques de non-sécurité relevées lors des visites et réunions de chantier

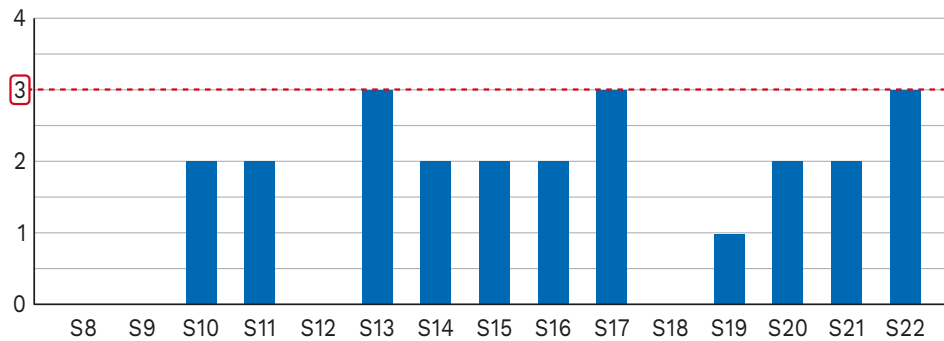
**Objectif :** Ne pas dépasser trois remarques de non-sécurité.



**2/ La qualité :** Nombre de remarques de non-qualité observées lors des visites de chantier

**Objectif :** Ne pas dépasser trois remarques de non-qualité

▼ Indicateur qualité

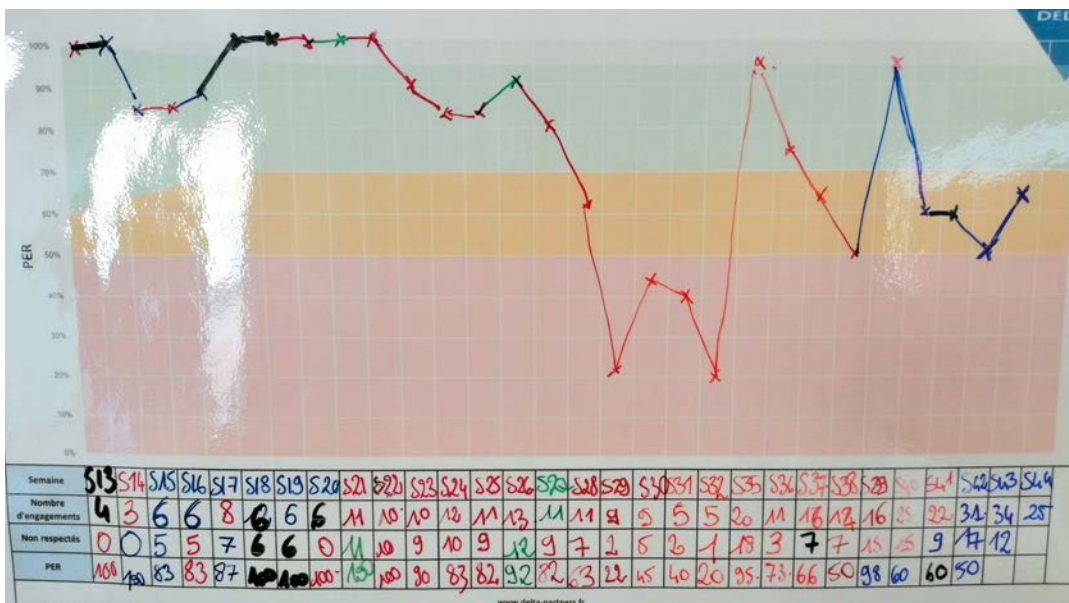


**3/ L'engagement :** Le taux de respect du planning collaboratif hebdomadaire

Lors de la réunion de chantier, le maître d'œuvre vérifie avec les entreprises le nombre de tâches réalisées. Le graphique représente le ratio tâches planifiées / tâches réalisées.

**Objectif :** Atteindre 90 % de réalisation hebdomadaire du planning.

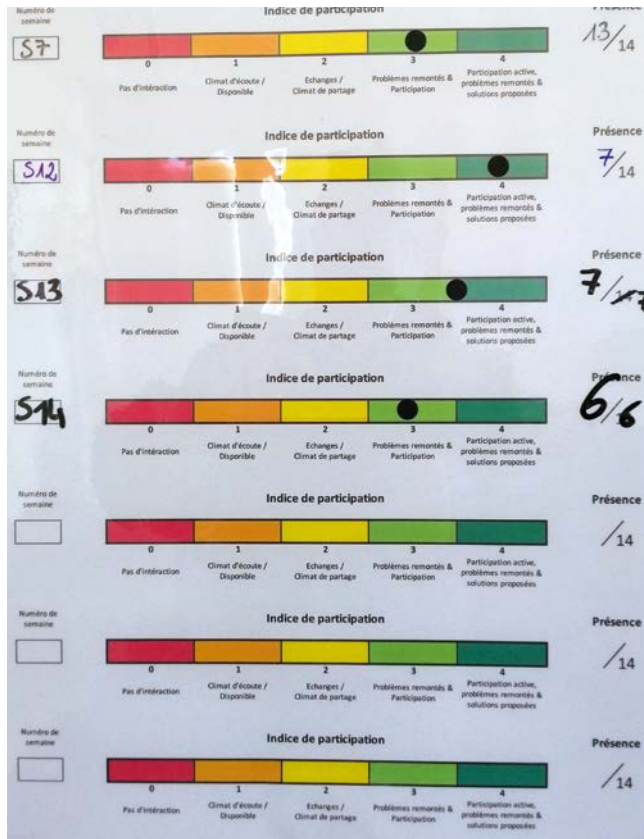
▼ Pourcentage d'engagements respectés – PER





**4/ La motivation :** Ce nouvel indicateur a été établi sur la base du niveau de réactivité des compagnons car plus les compagnons sont mobilisés et motivés, plus le projet a de chances d’aboutir.

**▼ Suivi de l'implication**



## La méthode des 5S

La méthode des **5S** a été créée au Japon. C’est une approche qui vise à améliorer la propreté et l’ordre dans l’environnement du travail selon les cinq règles suivantes :

- 1 / TRIER (SEIRI) :** Distinguer ce qui est nécessaire de ce qui ne l’est pas et se débarrasser de ce qui est inutile.
- 2 / RANGER (SEITON) :** Évacuer de façon ordonnée tout ce qui subsiste après le premier « S ».
- 3 / NETTOYER (SEISO) :** Conserver en état de propreté.
- 4 / STANDARDISER (SEIKETSU) :** Rendre visible et rigoureux, mettre en place des standards.
- 5 / RESPECTER (SHITSUKE) :** Améliorer en continu, impliquer tous les acteurs.

C'est sur cette méthode que repose le déploiement du Lean Construction jusqu'au terrain.

## L'application des 5S BTP

Sur un chantier, l'application des 5S est exigeante. En effet, le chantier est un milieu mouvant, où l'environnement se modifie chaque jour. Par exemple, les zones de stockage sont temporaires et ont tendance à changer de manière improvisée, ce qui perturbe les flux de production.

Appliquer les 5S, c'est réduire les gâchis, les pertes de temps, le stress et les désordres à l'origine de nombreux accidents, notamment les chutes de plain-pied. Cela permet de réduire les pertes de production et de valeur ajoutée.



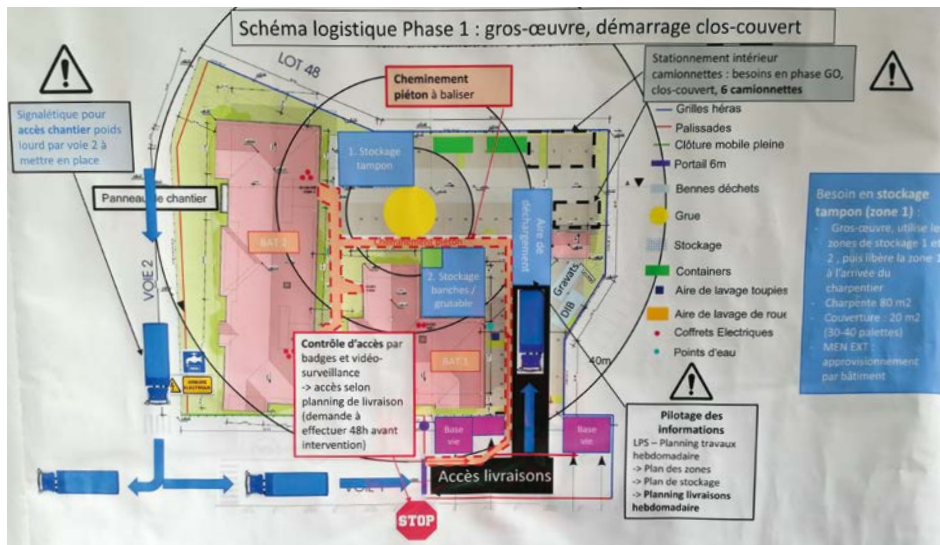
▲ Exemples de rangements après application de la méthode ▶



## Le plan d'installation dynamique de chantier (PIDC)

Le plan d'installation dynamique de chantier consiste à attribuer des zones de rangement à chaque entreprise en fonction du poids des matériaux, des surfaces nécessaires à leur stockage, suivant des modalités de livraison prédéfinies avec les fournisseurs.

Lors de la réunion de chantier, chaque entreprise choisit l'emplacement de stockage de ses matériaux sur les plans affichés dans le bungalow de chantier et sur le terrain. Le suivi régulier du plan de stockage contribue à la fluidité du chantier et au respect du planning.

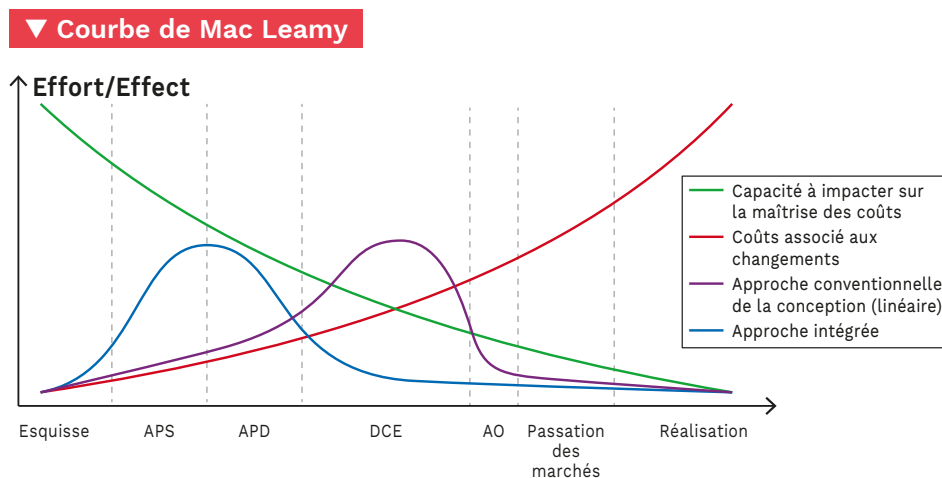


## Les déterminants d'une démarche Lean Construction réussie

La difficulté de mise en œuvre du Lean Construction réside dans la maîtrise simultanée et équilibrée de tous les aspects de l'acte de construire. La complexité d'une telle approche peut décourager les plus volontaires. C'est pourquoi l'OPPBTP se propose d'aider les acteurs de la construction à s'approprier la démarche Lean Construction en leur fournissant une liste de déterminants concrets et pratiques, couvrant la chronologie d'une opération. Une application mobile Lean construction, basée sur ces déterminants, est en cours d'étude à l'OPPBTP.

### La conception

Les analyses menées par les observateurs de la qualité de la construction (rapport OGBTP, AQC) montrent que les principaux problèmes de qualité, de coûts et de délais seraient facilement résolus par une conception approfondie. L'énergie dépensée à ce stade de projet est dix fois moins coûteuse qu'en phase de réalisation. Concrètement, la conception doit aborder les problématiques de choix constructifs et les stratégies du projet. Un document OPPBTP traitant des améliorations de la gestion du risque Covid par le Lean et le Bim montre le bien-fondé de cette méthode Lean pour innover et s'adapter aux mutations et aux changements de contexte dans le BTP (voir Bibliographie).



## Le référentiel Lean Construction

L'opération de construction regroupe de manière temporaire, ponctuelle ou même unique, *a fortiori* en corps d'états séparés, des acteurs très différents aux compétences diverses. Le maître d'ouvrage doit fédérer l'équipe en deux temps, d'abord les acteurs de l'ingénierie, ensuite les acteurs de l'exécution du projet tout en construisant le projet lui-même.

Ce référentiel regroupe les descriptions qualitatives, quantitatives et les attendus du projet. À titre indicatif, citons :

- **la politique** Lean générale ;
- **le choix** des entreprises ;
- **les garanties** de respect des engagements ;
- **la graduation** des sanctions éventuelles en cas de défaillance d'un corps d'état ;
- **les pouvoirs** attribués aux acteurs ;
- **les attendus** du Lean en matière de collaboration (temps de réunion de préparation...).

Un tel dispositif tient lieu de charte Lean Construction sur le projet, apporte de la transparence, favorise l'homogénéité des pratiques et la loyauté des acteurs autour du projet.

## Les outils du Lean Construction

Chaque projet par sa taille ou sa complexité nécessite une mise en œuvre d'outils spécifiques sans qu'il soit nécessaire de recourir à la totalité des outils du Lean Construction. L'implémentation de la démarche s'opère progressivement afin de tenir compte de la capacité des acteurs à opérer le changement et s'affine au cours du temps. La démarche s'oriente selon



le degré de maturité des acteurs, leur capacité de réaction et de correction face aux aléas, le respect de leurs engagements, l'étude des causes racines, leur capacité à changer leurs modes d'action.

## La concertation

La concertation apporte un véritable changement au niveau des opérations dont l'organisation est optimisée avec rigueur. Les échanges, qui ont lieu dans un climat de bienveillance, de respect et d'équité, libèrent la créativité et une dynamique collective. C'est véritablement le levier pour atteindre l'excellence opérationnelle. Travailler en concertation selon un mode de management collaboratif requiert cependant une véritable compétence d'animation et doit être un postulat de départ à incorporer dans le référentiel Lean.

## L'équilibre entre approche curative et approche préventive

L'approche curative se traduit par des réactions spontanées pour répondre aux imprévus et pallier rapidement les dysfonctionnements. Une telle approche déstructure progressivement les méthodes et aboutit, à moyen terme, à un système dit « subit », générant de nombreux effets néfastes pour la santé et la sécurité des travailleurs. Le mode curatif doit au minimum prévoir un retour d'expérience afin de déceler les dysfonctionnements et éviter un enlèvement de la production.

La recherche de l'équilibre entre préventif et curatif fait l'objet de compromis eu égard aux caractéristiques du chantier. Peut-on tout anticiper ? Est-ce souhaitable ?

L'approche préventive augmente les temps d'analyse préalables mais permet d'anticiper et donc de mieux maîtriser le projet. Une réflexion préalable réduit les temps de réaction, les aléas et le stress ; elle libère la capacité d'expérimenter et d'innover. L'analyse préventive et sa formalisation dans le planning doivent cependant laisser une marge d'autonomie aux entreprises, essentielle à l'équilibre des opérateurs (temps de récupération, par exemple). Tout déséquilibre dans ce domaine nuit non seulement à la performance globale de l'entreprise et du chantier mais aussi à la santé et la sécurité des travailleurs.

Traiter progressivement les dysfonctionnements fait passer du système curatif à une culture préventive. Cette lente mutation évite les à-coups et autres effets « big bang » mettant sous tension l'ensemble de la chaîne managériale. Cet équilibre doit se retrouver aussi dans la détection et la lutte contre les gaspillages afin d'éviter de créer des tensions entre les acteurs du chantier. De manière générale, on veillera à conserver des temps de réflexion et de respiration indispensables à la conservation du potentiel de production.

L'approche curative peut servir de « roue de secours » lors des incidents, mais elle ne peut devenir une logique de fonctionnement ou une stratégie de management tant l'improvisation crée des risques et des perturbations.

## L'environnement du chantier

L'environnement du chantier représente l'un des aspects les plus contraignants de l'organisation d'un chantier qui doit conserver une production fluide et efficace. Les contraintes peuvent provenir de divers facteurs, parmi lesquels la présence de réseaux, d'amiante, d'aléas climatiques, etc. La prise en compte de ces difficultés occasionne de nombreuses démarches réglementaires pouvant paralyser l'activité pendant de nombreux mois si elles sont traitées en curatif. Il ressort de l'observation de nos chantiers expérimentaux que ces paramètres ne sont pas suffisamment pris en compte en amont du chantier. Cette analyse présente cependant des caractéristiques très répétitives selon les types d'ouvrages ; elle pourrait donc être organisée facilement au travers d'un retour d'expérience réalisé en fin de chantier.

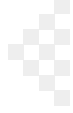
## La qualité



La qualité de la construction est la résultante d'un équilibre entre la définition préalable, les prix et les prestations réalisées. Les nombreux supports normatifs tels que DTU, avis techniques, etc. devraient apporter une plus grande transparence et une meilleure définition des prestations, mais les prescriptions ne sont malheureusement pas toujours suivies, ce qui nuit à la qualité des prestations. S'ensuivent des levées de réserves aux coûts exorbitants qui paralysent la réception et allongent les délais. De plus, la complexité des modes constructifs

▲ Pose des châssis de menuiserie sur mesure à la nacelle





génère des interfaces de mise en œuvre précises, où les modalités normatives réciproques doivent être connues et traitées en concertation pour éviter les pathologies ultérieures. Un manque d'état d'esprit collectif entre les différents corps d'état peut générer des défauts au niveau des réalisations et entraîner des réparations coûteuses du point de vue financier et humain (nécessité d'engager des fonds, de l'énergie et du temps).

## Les modes opératoires

Un mode opératoire dans le bâtiment consiste souvent en une transmission orale qui se limite aux grandes phases de production. Les omissions de phases méthodologiques transitoires conduisent à des distorsions entre le travail prescrit et le travail réel. C'est précisément dans ces phases que les modalités pratiques doivent être définies collectivement afin d'avoir une vision réelle des tâches à accomplir. Sur ce point, la force de l'habitude l'emporte encore sur les chantiers où l'on préfère renforcer les équipes d'opérateurs sans tenir compte des principes généraux de prévention ou de la performance globale du chantier. C'est l'un des aspects où la concertation revêt un caractère déterminant.

## La gestion des équipes

La constitution des équipes doit être évaluée de façon à équilibrer les compétences et à bien gérer la programmation des tâches. Il est très important de gérer l'apport de personnel extérieur à l'entreprise afin de ne pas déséquilibrer le fonctionnement de l'entreprise. Le recours à du personnel intérimaire ou à la sous-traitance peut non seulement être source de tensions dans les équipes et faire perdre le bénéfice qu'une équipe en place apporte, mais aussi dégrader la fonction de l'encadrement dont la tâche bascule davantage vers le contrôle ou la reprise des gestes professionnels. La bonne mesure s'obtient en fixant en concertation un seuil d'apport de personnel extérieur qui maintienne un équilibre entre un fonctionnement optimal et un fonctionnement en mode dégradé. Il en va de la performance générale du groupe.

## Le management

Le Lean Construction modifie le mode de fonctionnement du management. Pour passer d'un management traditionnel à un mode Lean Construction, ces questions doivent trouver une réponse : l'encadrement encourage-t-il et valorise-t-il les démarches mises en œuvre autour des problématiques Lean et prévention ? Est-il crédible et formé lorsqu'il évoque ce sujet et donne-t-il les moyens de résoudre les problèmes ? Le mode managérial favorise-t-il l'autonomie, la collaboration et la transparence dans les échanges ? La mise en place de routines, de retour d'expérience (Rex) ou de passation de consignes aide-t-elle les opérateurs dans leur quotidien ?

## La gestion des flux



▲ Organisation des flux des personnes jusqu'au poste de préparation

Un chantier vit et se développe dans l'espace au fur et à mesure de son édification, or les flux des hommes, des matériels et des matériaux sont trop souvent laissés à l'initiative de chaque entreprise. Conséquence : chaque corps d'état dépense une énergie importante à définir son schéma de flux pour ses véhicules, ses engins, ses matériaux entrants et sortants ainsi que ceux de ses opérateurs. Étudier ces problématiques en concertation permet de dégager des marges de performance et de sécurité, et de limiter le port manuel de charges.

## La sécurité et la propreté

L'encombrement, le désordre ou un manque de règles de circulation sont des sources de danger pour les personnes qui y sont exposées. Établir des indicateurs de danger ciblés augmente la perception collective des risques potentiels et par là-même le niveau d'exigence commun. L'apparition de risques est souvent synonyme de baisse d'efficacité du chantier. Les mesures de prévention mises en place seront adaptées au contexte afin de favoriser le niveau de performance et la baisse de pratiques accidentogènes. Disposer d'un lieu de vie commun favorise les échanges entre équipes, et la propreté des installations d'hygiène et du chantier participe au mieux vivre ensemble.

## L'implication des fournisseurs

Les process industriels des fournisseurs impactent les chantiers, notamment à travers les modalités de livraison, de colisage et de dimensionnement des véhicules. Comment associer les industriels et les impliquer dans un projet sur lequel ils n'interviennent pas directement ou par le biais d'un revendeur ? C'est tout l'enjeu de ce déterminant.

**Tous ces déterminants sont le pivot du Lean Construction. Les mettre en évidence, c'est rendre l'application du Lean Construction opérationnelle en associant les principes philosophiques et les outils. L'OPPBT s'appuie sur eux pour apporter sa vision de l'acte de construire en Lean Construction, dans une optique de performance globale.**



# LES EFFETS DU LEAN CONSTRUCTION SUR LA PRÉVENTION

L'application du Lean Construction sur plusieurs chantiers en corps d'états séparés a permis d'observer les effets positifs de la démarche en grandeur réelle au sein des structures.

L'approche de ces démarches se basait sur le volontariat en partant de l'exécution pour remonter progressivement et chronologiquement vers les phases de préparation du chantier. Les démarches Lean déployées présentent des étendues partielles et progressives.



Depuis cinq ans, nous observons les effets du Lean Construction sur la prévention des risques professionnels. De nombreux chantiers sont visés, certains en entreprise générale, dans différentes régions de France (Grand Est, Seine-et-Marne, Rhône). D'autres observations ont été menées sur un ensemble de chantiers de Nouvelle Aquitaine, contractualisés en corps d'état séparés, sous le pilotage de la FFB Nouvelle Aquitaine et de Delta Partners (consultant Lean Construction).

De toute évidence, l'appropriation de la démarche Lean nécessite trois étapes que vous allez découvrir ci-dessous :

- 1 / Découvrir et adhérer.
- 2 / Déployer et changer sa culture.
- 3 / Maîtriser et devenir autonome.

Trois chantiers sont emblématiques de cette progression ; ils illustrent une démarche déployée librement auprès des acteurs du chantier sur la base du volontariat. C'est sur ces chantiers que l'appropriation progressive de la démarche a été la plus significative.

- Châtelleraut 2016 : 15 îlots de logements sociaux
- Aytré 2017 : 64 logements résidentiels
- Martignas 2019 : 24 logements sociaux



**Les résultats obtenus sont progressifs et font ressortir l'importance des étapes à mettre en œuvre pour s'approprier la démarche.**

L'hypothèse que nous avons aussi testée à travers nos expérimentations est celle de la contribution du Lean Construction à la sécurisation des flux sur le chantier.

Pour cela, nous avons mis en œuvre une méthode d'observation basée sur le rythme de vie du chantier afin de soutenir le déploiement de la démarche et assurer un retour d'information exhaustif.

L'information des acteurs représentait le point de départ de nos actions en lien avec les initiateurs de la démarche et les consultants Lean intervenant souvent en tant qu'OPC. Cette information presque quotidienne consistait à présenter la démarche, ses objectifs, les outils et leur déploiement ainsi que les attentes. Il s'agissait aussi de mettre en perspective et en lumière les principes sous-tendus du Lean construction pour que tous les acteurs aient une compréhension homogène. Parallèlement, des constats quotidiens de chantiers ciblaient les problèmes de production avec la volonté d'en extraire les éléments factuels et les causes. Une fois validés par les parties prenantes, ces problèmes donnaient lieu à un plan d'action afin d'initier un travail de remédiation lors des réunions de chantier. Cet enrichissement continu a créé une dynamique enthousiasmante que nous partageons avec vous maintenant.



# Un chantier découverte à Châtelleraut

Ce premier chantier représentatif de notre étude portait sur la mise en œuvre de la démarche dans le cadre contractuel d'un chantier de construction de logements sociaux en corps d'états séparés.

## Caractéristiques du chantier et mise en œuvre de la démarche

Ce chantier, composé de 15 petits pavillons disposés autour d'une plateforme en raquette, a bénéficié d'une démarche financée par l'État et la Région Nouvelle Aquitaine ; un consultant spécialiste du Lean a été chargé de l'appropriation de la démarche avec le maître d'œuvre.



▲ Gestion des flux en phase VRD

## Outils employés

Les outils employés pour la mise en œuvre de la démarche sur ce chantier ont été le planning collaboratif, la méthode des 5S et le plan d'installation dynamique de chantier.

### Mise en œuvre du planning collaboratif

Le planning collaboratif, réalisé en groupe avec tous les acteurs du chantier, a marqué une rupture importante dans la manière de conduire ce type de projet. Pour ce chantier, l'appropriation de la démarche a nécessité quatre réunions de trois heures, animées par le consultant. Il s'agit d'un exercice d'animation qui requiert des talents de négociateur et de la réactivité de la part du consultant, mais c'est primordial pour anticiper les problèmes.

Le but de ces réunions avec le consultant est que chaque représentant connaisse les prestations qui lui sont affectées dans le marché, prévoie ses interventions et leur ordonnancement. À ce stade, les modifications sont plus facilement acceptées et permettent de dégager des marges de manœuvre importantes. Cette réflexion préalable permet d'anticiper les interfaces entre corps d'état et d'éviter les synthèses techniques souvent tardives et unilatérales. C'est le temps où des engagements fermes sur les délais et les modalités d'intervention doivent être pris. Il s'agit d'un exercice inhabituel sur les chantiers du bâtiment.

L'exercice a permis de pointer quelques particularités qui auraient pu être bénéfiques à l'organisation du chantier :

- Le bailleur social de l'opération disposait d'un terrain vacant à proximité du chantier ; l'entreprise aurait pu profiter de cette zone sous réserve de choisir une grue à tour, ce qu'elle n'a pas souhaité ; elle a privilégié l'usage d'un chariot élévateur.
- Les circulations piétonnes ascendantes auraient pu être améliorées par l'emploi d'escaliers provisoires à moindre coût à la place des échelles de chaque corps d'état. Une rapide observation a montré en effet que chaque entreprise déplaçait quotidiennement ses échelles sur le chantier.



**C'est toute une culture  
du mieux faire ensemble  
qu'il faut créer !**

Les conducteurs de travaux ont ensuite bénéficié de réunions opérationnelles de chantier réduites à 45 minutes. Grâce à une meilleure anticipation, ces réunions aux nombreux échanges constructifs ont permis de résoudre des problèmes résiduels par des ajustements d'ordre esthétique et technique mineurs.



Le planning opérationnel à trois semaines, avec l'utilisation de vignettes auto-collantes, a donné une vision simplifiée de l'ordonnancement des tâches, impliqué les salariés et permis de prévoir les méthodes à mettre en œuvre. L'anticipation est ainsi devenue naturelle et a soudé le collectif autour du projet : « *Ici, les entreprises s'entendent bien entre elles, respectent le travail des autres* ».

## Mise en œuvre des 5S

La mise en œuvre des 5S a apporté des solutions concrètes en matière de propreté et de rangement. La concertation a favorisé son déploiement. Des bennes à déchets ont été mises à disposition des opérateurs avec une signalétique appropriée.

Le suivi périodique, assuré lors des réunions de chantier et mentionnant les écarts constatés, a permis d'enclencher la logique d'amélioration continue. Les résultats ont été probants puisque le préventeur a constaté moins de déchets au sol et une diminution importante du risque de chute de plain-pied. La présence de circulations piétonnes a renforcé la sécurisation des personnes à pied.








L'image de marque a été fortement valorisée. Ce chantier, ouvert à la visite de public externe au monde du BTP, a renvoyé une image de fluidité de fonctionnement, de propreté et de qualité du rangement : « *Sur ce chantier, on voit comment ça fonctionne et où ça circule* ».

# Résultats des observations

## Du point de vue du ressenti des acteurs du chantier

Les acteurs du chantier ont reconnu unanimement que le planning collaboratif a soudé le collectif. Les échanges constructifs, la prise d'engagements et la résolution des problèmes dans le respect des intérêts du projet ont contribué à l'amélioration de l'ambiance générale du chantier, qualifiée de sereine.

Un sondage auprès des opérateurs du chantier (environ 30 salariés) a relevé que l'organisation du planning collaboratif améliorait les conditions de travail, avec moins de déprogrammations et de manutentions successives pour mettre en œuvre les matériaux : « *Ici, chacun travaille dans sa zone sans gêner les autres* ».

 <b>Ressenti Opérateurs</b>		
Corps d'état ou acteur :	GO	Date : 23/01/2017
Situation du chantier :	Réalisations	
<b>Questions diverses</b>		
	Oui	Non
Les consignes sont elles claires ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les chantier est il bien organisé ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Propreté du chantier, locaux, hygiène ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ce chantier est il dur ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pouvez vous vous exprimer ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ambiance générale	<input checked="" type="checkbox"/>	
Bonne ambiance generale		8./10   
<b>Indicateur global</b>		
Remarques		Indice de satisfaction
		  
		10 7 5 3 1
		<small>évaluation des salariés de 1 à 10</small>
<b>Expérimentation lean ?</b>		
Lean abordé, mais reste au niveau du rangement		

▲ Évaluation du ressenti des opérateurs

Les encadrants ont toutefois exprimé une réserve en estimant que ce chantier expérimental ne représentait qu'1/10<sup>e</sup> de leur activité de suivi de chantier. En effet, un conducteur de travaux peut suivre jusqu'à 10 opérations en phase exécution par semaine. Le changement de contexte était encore trop marginal pour être ressenti et restait, de prime abord, imperceptible à leurs yeux. Tous ont admis cependant, après un temps d'échange et de reformulation, que des gains réels avaient été apportés, en particulier sur la qualité et la durée des réunions de chantier.

**Du point de vue de la prévention des risques professionnels**

Le préventeur a constaté qu'il n'existait pas de superpositions de postes sur le chantier. Dans une configuration où chaque entreprise est installée de manière pérenne dans la zone qui lui est affectée et travaille dans un environnement qui lui est dédié, les risques sont peu nombreux ; ils apparaissent généralement par défaut de méthodologie propre à l'entreprise. Sur ces opérations, les coordonnateurs SPS n'ont pas souhaité participer à la démarche.





▲ Zonage pour chaque entreprise avec disposition des véhicules au plus près. Préparation et dégagement de la plate-forme pour mise en place de l'échafaudage de façadier

Le plan d'installation dynamique de chantier a permis de séparer les flux entre les matériaux, les hommes et les engins. Chaque zone attribuée à une entreprise dans le planning collaboratif bénéficiait d'un accès véhicules, avec des places de parking attribuées aux camionnettes de l'entreprise. Cela s'est traduit par une diminution des manutentions au quotidien, des approvisionnements faits au plus près des postes de travail et une réduction des risques de heurts entre engins. Les matériaux préfabriqués lourds ont été approvisionnés sur des zones déterminées, où le levage ne présentait pas de risques pour les opérateurs.



▲ Zone de stockage pour matériaux lourds : bien géré, le stockage présente moins de risques pour les opérateurs

## Bilan d'étape et perspectives

Cette première expérience de découverte du Lean Construction montre l'adaptabilité des processus Lean à un chantier de petites dimensions en cours de réalisation et la capacité à fédérer les acteurs autour du projet. La présence d'un consultant Lean dans le paysage habituel des acteurs du pilotage de chantier nécessite toutefois de bien définir le rôle de chacun et de sensibiliser les acteurs de l'entreprise aux attentes de la démarche. La définition des rôles doit être renouvelée à plusieurs étapes : au cours des lots structurels, à l'arrivée des lots techniques et en phase de finition. Les délais d'anticipation doivent être soigneusement ajustés et synchronisés aux préoccupations des entreprises. Le soutien au déploiement de cette démarche paraît essentiel à ce stade d'expérimentation afin de conserver les dispositions initiales tout au long du chantier.

La performance de ce premier chantier aurait pu être améliorée par une présence accrue sur le terrain ; cela aurait permis de résoudre les problèmes quotidiens en les transformant en opportunités d'amélioration. Les enseignements qui pourraient servir au chantier suivant sont :

- la clarification des dispositions du marché par la spécification des attentes et du temps à investir ;
- le déploiement d'un effort de soutien quotidien à la démarche afin d'optimiser la maîtrise de tout le processus Lean Construction ;
- la création d'indicateurs factuels afin de chiffrer les premières impressions très positives de la démarche.

## Déploiement et structuration du Lean sur le chantier d'Aytré en Charente-Maritime

### Caractéristiques du chantier et mise en œuvre de la démarche

Sur cette opération de construction de 43 logements résidentiels, de 20 logements pour jeunes travailleurs et de commerces au rez-de-chaussée, l'expérimentation a consisté à collecter des résultats plus ciblés afin de relier le Lean construction et la prévention.



Le déploiement de la démarche a été soutenu par une équipe de stagiaires ingénieurs du BTP. Chaque ingénieur était responsable du déploiement de la démarche sur un axe particulier : la réalisation d'études de gains en prévention et performance, la gestion des déchets, la mise en place des 5S et la gestion des indicateurs. Il s'agissait de soutenir l'appropriation de la démarche et d'en formaliser la progression pour faciliter le transfert de technicité aux opérations ultérieures.

La maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre ont témoigné d'un vif intérêt pour la démarche Lean Construction et se sont dotées de moyens contractuels pour faciliter l'intégration de la démarche tout en conservant le caractère volontaire de l'approche, notamment une charte Lean annexée au marché (voir Annexe 2). La gestion des flux (hommes, matériels, matériaux) a été étudiée en vue de limiter l'apparition des risques et de faciliter l'intégration des entreprises au processus global du chantier.



Matérialisation des circulations et mise à disposition de chariot pour les approvisionnements ►

## Outils employés

Les outils employés sur ce chantier ont été les 5S, le plan d'installation dynamique de chantier et le planning collaboratif. Les ressorts de créativité du Lean Construction nous ont permis de créer de nouveaux outils, d'aborder des problématiques spécifiques comme les travaux modificatifs acquéreurs (TMA) ou la valorisation des déchets (voir guide FFB/OPPBTP cité en 1 de la bibliographie). Les solutions alternatives proposées pour améliorer les conditions de travail sur les vingt-et-un cas analysés sur ces chantiers expérimentaux ont montré le bien-fondé de l'approche d'amélioration Lean Construction sur la performance globale des équipes.

Le contexte du chantier situé en zone résidentielle exigüe a nécessité de travailler davantage sur le plan d'installation dynamique de chantier afin d'optimiser la gestion des flux et d'éviter des blocages organisationnels lors des approvisionnements.

Les flux (piétons, véhicules, matériaux et matériels) ont été pensés pour répondre à ces contraintes. Chaque étape chronologique du chantier prévoyait



▲ Zone de rangement des matériaux

un nombre de places de parking pour véhicules légers en adéquation avec les besoins des entreprises. Des zones de livraison d'outillages et de fournitures ont été mises en œuvre à proximité des escaliers d'accès aux logements. Cette proximité a évité de nombreux allers-retours, une diminution des manutentions, des risques de verbalisation pour stationnement gênant et des vols dans les étages lors des approvisionnements d'outils.

Sur ce chantier, aucun vol de matériel n'a été observé et tous les véhicules ont pu être garés sur le domaine privé à moins de 50 m d'un accès au bâtiment.

## Résultats des observations

### Du point de vue de l'organisation du chantier

Une aire de circulation a permis aux véhicules lourds d'approvisionner le chantier en éléments préfabriqués. La grue à tour a repris ces éléments sans que le chantier soit perturbé.

Le suivi du plan d'installation dynamique de chantier a permis d'organiser les stocks au plus près de leur destination et d'assurer tout au long du chantier une fluidité des circulations et une diminution du risque de chute de plain-pied. Chaque entreprise a défini de façon hebdomadaire les zones nécessaires à ses stockages au plus près de la zone de travail, ce qui a évité les multiples manutentions de matériaux à travers les étages et leur détérioration par suite de chocs ou de chutes. Les gâchis de matériaux par détérioration due à des chocs ou aux aléas climatiques ont disparu.

Le reconditionnement des palettes de panneaux photovoltaïque par le fournisseur a permis d'alléger les colis pour les rendre compatibles avec les terrasses. Cet aménagement a évité de nombreuses manipulations au sol et des reprises de stock allongeant le temps de main d'œuvre de l'entreprise. De plus, cela a évité des stockages intermédiaires dans des conditions nuisibles à la stabilité de l'ouvrage. (Voir les études comparatives de modes opératoires en annexe 1).

Il a manqué une dimension collective à ce plan d'installation de chantier : la mise en commun des moyens d'approvisionnement dans les étages. En effet, chaque entreprise a préféré garder ses moyens de levage habituels



avec son matériel afin de conserver son indépendance. Nous constatons à cet égard que les dispositions mises en œuvre par chaque acteur présentent trop souvent des lacunes en matière de prévention des risques ; les phases transitoires en lien avec le déchargement des matériaux sont sources de chutes de hauteur et de manutentions inutiles.



▲ Prise de risque lors du déchargement des matériaux

Le planning collaboratif a été mis en place lors des tâches de gros œuvre. Le maître d'œuvre, une fois rassuré, a progressivement abandonné son planning Gantt contractuel pour ne se fier qu'à cet outil. L'efficacité de ce nouveau planning a permis de dégager du temps et de faire des efforts sur la dynamique d'amélioration continue. L'équipe de stagiaires a observé les postes de travail, a recueilli des informations et proposé des pistes d'amélioration les semaines suivantes, lors des réunions de chantier. Ce travail de collaboration en toute transparence a permis de renouer le contact entre les acteurs et les différents niveaux hiérarchiques des entreprises. La plupart des solutions proposées ont fait ressortir des gains financiers et de réels gains en prévention. Les situations qui n'apportent pas de gain financier sont à l'équilibre et présentent toutes un gain de temps. (Voir cas en annexe).

### **Du point de vue des délais**

Malgré les nombreux aléas survenus sur ce chantier : un mois de retard pour des problèmes géotechniques liés aux fondations, deux mois de retard pour des problèmes climatiques, enfin le désengagement d'un corps d'état de finition en fin de chantier, le chantier a été livré à temps. Le maître d'œuvre a en outre constaté 50 % de réserves en moins par rapport à un chantier

équivalent. Ce résultat souligne la capacité du Lean Construction à absorber les aléas tout en conservant des flux constants, sans générer de stress pour les équipes ou d'à-coups de production pour rattraper les retards.

### **Du point de vue des conditions de travail**

Les réunions de chantier d'environ 45 minutes ont consisté à régler des problèmes opérationnels et à devancer les points de qualité qui auraient pu soulever des réserves lors des opérations de pré-réception ou de réception. Les conducteurs de travaux reconnaissent unanimement la qualité des réunions et leur caractère opérationnel : « *on est toujours serein lorsqu'on arrive en réunion sur ce chantier* », « *jamais de mauvaise surprise* ».

L'ambiance du chantier était bonne ; tous les encadrants ont salué cette caractéristique de l'expérimentation. Les opérateurs ont été favorables à un tel dispositif ; ils se sont impliqués davantage dans la gestion de leurs tâches et ont aimé participer à l'organisation du chantier.

L'aménagement d'une zone de vie dans l'un des commerces du rez-de-chaussée encore inoccupé a contribué à améliorer l'organisation de la vie commune. Des sièges, des tables, un tableau d'affichage ont permis aux équipes de se retrouver en dehors de leur zone de travail et de bénéficier des explications des stagiaires sur l'expérimentation : « *On aime venir prendre un café le matin pour regarder le planning* ».

Le management visuel est important pour relier tous les acteurs au projet et les sensibiliser. Nous avons donc mis en place des réunions de sensibilisation regroupant les chefs d'entreprise, les encadrants et les compagnons. Nous avons cherché ensuite à répondre aux besoins des acteurs en écoutant les divers corps d'état.

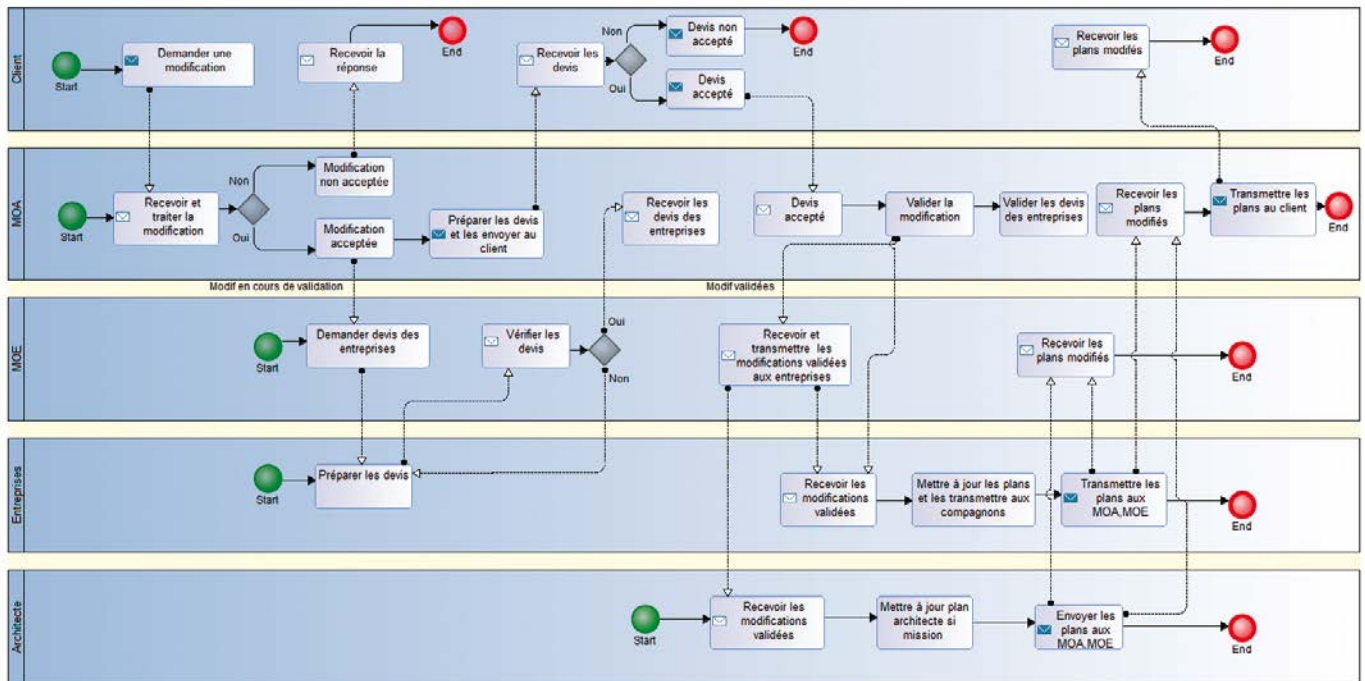
### **Du point de vue de la qualité**

Nous avons voulu tester l'aptitude supposée du Lean Construction à représenter un vecteur de créativité. En nous appuyant sur les principes du Lean Construction, nous avons conçu une procédure visant à clarifier les « travaux modificatifs acquéreurs » (TMA), ainsi que la mise en place, en cours d'opération, d'une procédure de tri et de valorisation des déchets de chantier.

L'analyse de la problématique des TMA présente une grande complexité de schémas d'information. Les enjeux financiers sont importants. Les différents protagonistes peinent à définir les points critiques et les engagements réciproques. Après plusieurs communications individuelles et une réunion de deux heures, nous avons élaboré un logigramme de la procédure TMA. Les travaux modificatifs acquéreurs ont été réalisés avec succès sans modifications notables, ni erreurs créant habituellement des conflits et des tâches inutiles. Les grands bénéficiaires de cette méthodologie sont les opérateurs



qui s'appuient sur des demandes de travaux fiables, matérialisées par des fiches de travaux imagées, affichées dans les logements. Les coûts liés à de multiples reprises sont ainsi évités.



▲ Logigramme des travaux modificatifs acquéreurs

## Bilan d'étape et perspectives

La mise en œuvre du Lean Construction a offert de multiples possibilités d'amélioration des coûts, de la qualité, des délais et de la prévention des risques professionnels. La mise en œuvre d'une démarche d'analyse des postes de travail en lien avec les outils du Lean Construction a révélé des marges de manœuvre financières importantes formalisées dans les cas étudiés.

Les engagements pris par les différents acteurs ont contribué à une meilleure définition du projet, une meilleure maîtrise des coûts de l'ensemble de la construction. Les délais ont été fiabilisés, la dynamique et la loyauté au projet instaurées par une vision partagée ont permis d'absorber des aléas importants. Le chantier a été réceptionné dans les délais. La qualité des ouvrages a été préservée des dégradations et a bénéficié de réserves peu importantes contrairement à l'habitude. Le maître d'œuvre a admis ici une réduction de l'ordre de 50 pour 100 des réserves habituellement observées. Enfin les conditions de travail ont été largement améliorées, ce qui a été reconnu par les opérateurs. Le nombre de risques observés est devenu faible, avec des

risques résiduels résultant le plus souvent d'imperfections méthodologiques liées à des improvisations. L'entente des acteurs du chantier s'est renforcée et a contribué à construire la loyauté au projet.

À ce stade, il apparaît important de faire progresser notre niveau de maîtrise de la démarche Lean Construction pour la rendre plus autonome. La structure de soutien ou « de portage » créée ici doit se résorber pour que chaque acteur porte naturellement la démarche. Il faut approfondir l'appropriation des principes du Lean Construction afin d'en favoriser l'assimilation. L'étape suivante consiste à anticiper davantage le déploiement du Lean en amont des chantiers afin de bénéficier de résultats encore plus performants. La démarche Lean construction présentant une certaine fragilité en cas de défaillance d'un ou plusieurs participants, ou lors d'aléas, il reste à en pérenniser la mise en œuvre par un travail de gestion d'aléas et d'anticipation des défaillances.

## Maturité du Lean Construction sur le chantier de Martignas

### Caractéristiques du chantier et mise en œuvre de la démarche

Sur ce chantier de 23 logements sociaux, réalisés en corps d'états séparés, l'objectif a été de renforcer l'assimilation de la démarche pour assurer un meilleur portage collectif et diminuer l'impact financier. Le principe consiste à répartir le déploiement sur les acteurs habituels du chantier en s'appuyant sur les échéances hebdomadaires des réunions de chantier. Un lot hygiène, environnement, sécurité a été intégré pour soutenir la logistique de l'opération. Saluons ici la forte implication du maître d'ouvrage dans le soutien de cette démarche et les assouplissements organisationnels qu'il a apportés. En effet le consultant Lean a pu soutenir la mission OPC détenue par l'architecte.



▲ Voirie et accès du chantier





## Outils employés

Les outils employés pour la mise en œuvre de la démarche sur ce chantier ont été le planning collaboratif, la méthode des 5S, ainsi que le plan d'installation dynamique de chantier et les jalons de préparation, ou techniques du « make ready ». Notons ici que le maître d'ouvrage a fait appel à un prestataire pour gérer un lot hygiène sécurité.

La mise en place du planning collaboratif a démarré dès la notification de l'appel d'offres. Le déploiement et la méthodologie ont été déclinés de manière plus structurée, plus fluide que dans les chantiers précédents. Les acteurs du chantier sont rentrés progressivement et concrètement dans la démarche au travers d'une formation théorique d'une journée et des travaux pratiques de planification (quatre séances de trois heures) pour aboutir en six semaines à un planning d'opération fiable. Un consultant de l'entreprise Delta Partners accompagnait la démarche et travaillait de manière concomitante avec la maîtrise d'œuvre afin d'accentuer le transfert de compétences.

La durée de préparation de chantier dépend de la disponibilité des entreprises à suivre les préparatifs, de la complexité de l'opération et du temps nécessaire à l'analyse du chantier. Ici, le temps de préparation a été fixé à six semaines, mais, selon les acteurs du chantier, deux mois auraient été nécessaires pour renforcer la collaboration entre acteurs, assimiler tous les paramètres techniques de manière collégiale, entamer les synthèses techniques utiles au démarrage et rendre l'organisation initiale plus robuste.



▲ Rangements dans l'espace de travail / Zone de stockage délimitée

La maîtrise des rôles respectifs des acteurs et la définition de leurs prestations se sont améliorées, avec pour résultat une levée précoce des incertitudes et des autres zones d'ombre techniques. L'équipe de chantier s'est soudée autour du projet et une dynamique s'est créée. Les engagements réciproques ont été pris de manière spontanée. Les arbitrages compliqués ont été envisagés en dehors de toute contrainte de temps et la créativité a pu s'exprimer pour actionner des leviers à forte valeur ajoutée. Le travail accompli ici aurait

pu être approfondi par l'analyse des interfaces et des synthèses entre corps d'état. Le bilan de l'opération a été retardé pour des raisons de contexte sanitaire lié à la Covid-19.



▲ Concertation autour du planning

## Résultats des observations

### Du point de vue de la gestion des délais

Les aléas inhérents au chantier ont été intégrés dans le planning comme des temps à part entière et suivis par des courbes d'indicateurs, d'où une gestion en toute transparence. Cette première étape a permis d'anticiper la date de livraison en réduisant le planning contractuel de 21 à 19 mois avec l'accord de tous les participants. Cette réduction opérée en concertation a résulté uniquement de l'amélioration du processus global du planning grâce à l'apport des zonages et à l'ajustement du temps de réalisation.

L'image renvoyée par ce chantier est celle de la propreté et du rangement visibles par tous et notamment par les clients du maître d'ouvrage.

Les opérateurs ont pris part à l'établissement du planning collaboratif dans sa déclinaison à trois semaines. L'efficacité et la robustesse du système sont visibles. En effet la courbe des engagements reste à des niveaux assez élevés (voir courbe page 28).



## Du point de vue de la gestion des risques et des conditions de travail

Les tâches ont été réalisées suivant les modes opératoires prévus. Les improvisations ainsi que le nombre de risques observés ont fortement diminué.

Les opérateurs ont été satisfaits de leurs conditions de travail, de l'organisation du chantier et de la clarification des tâches à accomplir.

Les phases de contraction du chantier ont été lissées, notamment à l'arrivée des corps d'état techniques et des lots de finitions.

## Du point de vue de la gestion des indicateurs et des améliorations à en extraire

L'engagement des entreprises a été constant jusqu'au bout du chantier. À ce titre, nous avons réalisé une série d'indicateurs par corps d'état et acteurs afin de mesurer le niveau de réussite du chantier.

Indicateur Lean construction MOA					
Valeurs prioritaires	Type	Items d'évaluation	Fourchettes	Notes	
Coût	Quantitatif	Respect du budget	0/0,5%	.20/20	
			0,5/1%	.15/20	
			1/1,5%	.10/20	
			>1,5%	.5/20	
Délais	Quantitatif	Retard livraison	à l'heure et en avance	.20/20	
			0/4 S	.15/20	
			4/8 S	.10/20	
			>8 semaines	.5/20	
Qualité	Qualitatif	Nombre de cas traités en GPA	<1/lgt	.20/20	
			<3/lgt	.15/20	
			<6/lgt	.10/20	
			>6/lgt	.5/20	
Maîtrise/sérénité	Qualitatif	Nombre de cas bloquant inopinés	1 cas pour 24 mois	.20/20	
			5 cas pour 24 mois	.15/20	
			10 cas et + pour 24 mois	.10/20	
				.5/20	
Image	Qualitatif	Retour et contact avec environnement	1 litige pour 24 mois	.20/20	
			Plusieurs litiges cas pour 24 mois	.15/20	
			Conflits et litiges pour 24 mois	.5/20	
				Total =	

▲ Exemple d'indicateur de satisfaction du maître d'ouvrage



▲ Organisation d'un poste de travail de menuisier

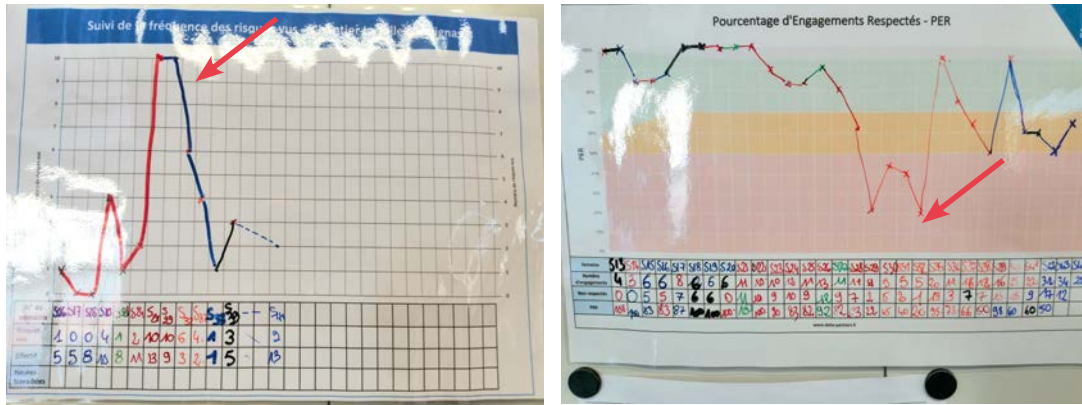
Les défaillances observées proviennent bien souvent de la participation de sous-traitants qui restent en marge du dispositif Lean. Ces entreprises arrivent en effet tardivement sur le chantier, s'inscrivent dans une réalisation ponctuelle sans prendre forcément en compte les modalités organisationnelles. D'un point de vue juridique, le sous-traitant doit rester autonome au niveau de son organisation et de la gestion de ses équipes et de ses tâches ; il ne participe pas directement à l'appel d'offres et, de ce fait, ignore les exigences de collaboration. Une charte de bonnes pratiques doit pouvoir remédier à ces dysfonctionnements et assurer une homogénéité des pratiques sur chantier.

Les réunions sont restées courtes et opérationnelles (entre 30 et 45 minutes) et les encadrants ont apprécié l'ambiance du chantier qui sera finalement livré avec un mois d'avance, avec une consommation de la marge d'aléas réduite (30 %). Ces gains sont à comparer aux investissements engagés par le maître d'ouvrage en matière de logistique (par le lot HSL) et d'appui technique au Lean construction par le consultant : le lot logistique a coûté au maître d'ouvrage 5 % du prix de l'opération tandis que l'appui technique du consultant Lean construction s'est élevée à 1,5 % du prix du marché.

Ces résultats sont probants pour le maître d'ouvrage qui a reconnu que 40 % de ses chantiers étaient livrés en retard et très peu livrés en avance. À titre d'information, le maître d'ouvrage a engagé un programme pour démultiplier



ce savoir-faire chez tous ses chargés d'opération de la structure. Le niveau de simplification atteint à ce jour en Lean Construction a permis d'aller à l'essentiel sur des indicateurs plus simples. Nous avons mis en corrélation le pourcentage de réussite des engagements avec le nombre de risques vus sur le chantier : l'apparition des risques coïncide avec la hausse des désengagements de production.



▲ Courbe des risques vus / Courbe des engagements : le pic d'apparition des risques coïncide avec la chute du nombre d'engagements

## Bilan d'étape et perspectives

Il ressort de cette expérimentation que plusieurs étapes sont nécessaires pour maîtriser et assimiler la démarche Lean Construction et que la prise en compte doit se faire en amont lors de la conception des ouvrages. En modifiant les choix architecturaux, on peut influencer favorablement sur les maintenances, les approvisionnements, les flux. L'implication en amont des bureaux d'études et des bureaux de contrôle permettrait d'optimiser les interfaces et les choix techniques lors de la préparation des chantiers. Cette dernière expérience a mis en évidence que la qualité, la prévention des risques professionnels, les délais, les coûts et l'amélioration des conditions de travail participaient d'une excellence opérationnelle atteignable sur les chantiers du BTP en corps d'état séparés.

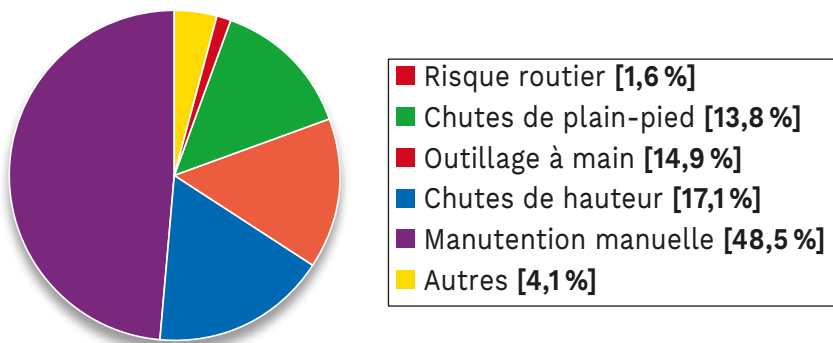
# Bilan général des expérimentations

## La gestion des flux est une cause majeure d'accidents dans la construction

En quoi une démarche Lean est-elle favorable à la performance des opérations de construction et en particulier à la performance prévention ? Avant de répondre à cette question, sur la base des observations décrites précédemment, il est utile de se pencher à nouveau sur les principales sources de non-performance en prévention des risques professionnels et de se rappeler les causes principales d'accidents du travail dans la construction.

Les tableaux d'accidents du travail publiés par la Caisse nationale d'assurance maladie nous indiquent que 80 % des accidents résultent de divers problèmes de flux : gestion aléatoire, non gérée ou laissée au libre choix des entreprises, avec une insuffisance de coordination.

### ▼ Répartition des AT 2017 suivant le risque à l'origine de l'accident



C'est donc sous cet angle que nous allons maintenant observer les gains en prévention.

Les statistiques de chutes de plain-pied, chutes de hauteur, laissent imaginer que les flux d'hommes ne sont pas suffisamment prévus, sécurisés et adaptés à l'accomplissement des tâches réalisées. Les manutentions manuelles renforcent aussi cette première conception tout en laissant supposer que l'apport de force humaine s'impose au détriment de flux de matériaux canalisés et mécanisés. Notre postulat consiste à déployer une stratégie de circulation de flux adaptée aux conditions et aux moyens financiers du chantier afin d'influer sur la prévention de manière globale tout en privilégiant la performance du chantier. Des travaux ultérieurs nous permettront sans doute d'affiner la gestion des flux d'information dont la complexité peut générer des tensions et l'apparition de risques psychosociaux.



## La gestion des flux, grande gagnante du Lean

La gestion des flux est non seulement un des objets principaux du Lean Construction, mais elle en est aussi le principal bénéficiaire. En effet, le Lean Construction donne une vision réaliste des flux sur le chantier grâce **à son système de planification spécifique**, à la méthode des 5S et au plan d'installation dynamique de chantier (PIDC). La matérialisation des flux par le balisage au sol et les affichages de chantier aident les opérateurs à prendre conscience des risques. Ce type de management visuel est très efficace pour conserver les dispositifs mis en œuvre ; il contribue à diminuer les risques, notamment celui de chute de hauteur. Des visiteurs du chantier nous ont dit « *ici, on voit comment ça fonctionne* ».



▲ Séparation des flux de matériels, matériaux et hommes

L'observation sur les chantiers n'a pas fait apparaître de solution idéale de gestion des flux. Il existe cependant une marge de progrès substantielle : nous avons vu que la grue peut assurer l'ensemble des tâches de livraison durant la réalisation du lot gros œuvre, plutôt que chaque corps d'état déploie ses propres moyens d'approvisionnement sans concertation, en recourant souvent aux manutentions manuelles. C'est ce qui est bien souvent observé sur le terrain, notamment en phase finitions. Les acteurs craignent en effet qu'une mutualisation des approvisionnements du chantier entraîne une inflation des coûts ; ils peinent à se synchroniser et préfèrent employer leurs matériels propres.

Les solutions mutualisées donnent cependant de bons résultats tant en gains financiers qu'en gains de temps sur le volet des approvisionnements de matériaux. Nous l'avons observé lors de nos expérimentations sur les chantiers et dans les cas d'analyse présentés dans cet ouvrage.

De même, nous avons observé que la mise en place d'un ascenseur de chantier et l'utilisation de chariots pour approvisionner les matériaux dans les étages est une bonne solution pour fluidifier et sécuriser le chantier lors d'opérations de réhabilitation ou de second œuvre.



▲ Ascenseur de chantier pour l'approvisionnement en étage

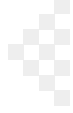


L'élévateur suscite un grand engouement mais il présente quelques inconvénients : d'abord son encombrement au sol, ensuite, il exige de très nombreuses manœuvres autour du bâtiment et donc une bonne qualité de sol pour le roulage. Enfin, il pose le problème du retrait des protections collectives au moment de la livraison en étage du bâtiment et du défaut de sécurisation à ce moment.

◀ Pour l'approvisionnement par l'élévateur, les protections collectives ont été enlevées (défaut de sécurité)

Il est important de noter ici les aspects concomitants du Lean Construction, des concepts de lots HSL (hygiène, sécurité, logistique) testés sur certains chantiers, ou encore de la maquette BIM à un niveau 4D. Leur conjonction peut offrir des extensions concrètes et graphiques susceptibles de résoudre





des problèmes de flux générés notamment par les difficultés résultant des précautions sanitaires liées à l'épidémie de Covid-19 (port du masque respiratoire et distanciation physique). (Voir document OPPBTP en bibliographie).



◀ Précautions sanitaires liées à la Covid-19

## Le Lean Construction favorise l'implication de toute la chaîne de valeurs

Le Lean Construction permet d'optimiser la gestion des approvisionnements, en répartissant des créneaux d'espace et de temps nécessaires aux fournisseurs pour leurs livraisons. L'anticipation des dispositifs de livraison évite de nombreux risques tels que les heurts, les chutes de hauteur et les risques liés aux manutentions. La livraison d'éléments fragiles tels que les produits verriers ou les prédalles fait partie des aspects critiques qui doivent être améliorés.



Approvisionnement de produits verriers ▶

Nous proposons d'affiner l'analyse des livraisons en examinant les aspects suivants :

- le **calibrage des moyens de transport** (poids lourds, VUL ou autres types de véhicules) et leur adéquation à l'exiguïté du chantier ;
- les **dispositifs de colisage** plus ou moins volumineux (palettes de produits verriers, menuiseries, panneaux photovoltaïques) ;
- l'**ordonnement des empilements** (prédalles ou prémurs) qui nécessitent des reprises de stocks provisoires ou qui contribuent à l'encombrement des zones de stockage, parfois même des circulations ;
- la **fourniture d'accessoires** de préhension ou de sécurité insuffisants qui nécessitent une mise en place risquée ou des tâches supplémentaires pénibles avec des outils manuels (ex. forage de douilles sur poutres béton pour le positionnement de potelets de protection).



▲ Placoplâtre livré en phase gros œuvre

Il existe des partenariats entre fournisseurs, industriels et acteurs permettant d'optimiser les méthodes de livraison. Les fournisseurs reconnaissent que les entreprises sollicitent peu d'aménagements de livraison alors qu'il existe des dispositifs simples qui pourraient être mis en œuvre rapidement.

L'application des 5S rend effectif le nettoyage et le rangement du chantier, ce qui donne une bonne image des chantiers du BTP et réduit significativement le nombre de chutes de plain-pied, responsables d'environ 15 % des accidents légers (statistiques 2017 CNAM-TS et CTN B). La propreté du chantier peut-elle paraître encore facultative aujourd'hui ? Non, car elle représente une valeur élémentaire de la vie en société que l'on souhaiterait voir étendue aux locaux d'hygiène afin de garantir à chacun des conditions sanitaires convenables. Ceci est particulièrement appréciable pour l'accueil des femmes sur les chantiers.

Les chantiers visités se sont quasi tous dotés de services de nettoyage. La pratique du tri des déchets au poste de travail une fois acquise, la valeur ajoutée apportée par les prestations de nettoyage concourt au maintien d'un haut niveau d'exigence de propreté vis-à-vis des équipes.



## Des conditions de travail améliorées

Le Lean représente une opportunité de traiter l'accidentologie des chantiers à la racine, dans une approche participative qui nécessite de dépasser sa propre perception méthodologique pour tendre vers un consensus potentiellement différent à chaque chantier. Adhérer à une organisation de chantier concertée et canalisée, c'est viser la performance et l'excellence opérationnelle.

Ces changements impactent-ils les conditions de travail ?

Le processus de planification LPS impose à chaque entreprise une maîtrise préalable de l'enchaînement des tâches entre les acteurs qui budgétisent et ceux qui réalisent. Cette analyse des phases met en relief les zones d'ombre que l'on a coutume d'appeler temps masqué ou gestes professionnels, toutes approximations qui entraînent des choix et des prises de risques de la part des opérateurs. La participation des salariés permet l'expression des besoins tant en ce qui concerne la réalisation propre (accessoires de préhension, outils ou méthodes de travail) que les réalisations préalables par les autres corps d'état pour assurer des interfaces fluides. Cette analyse donne à chacun l'occasion de faire valoir sa compétence et de retrouver une valeur ajoutée optimale. Étendu à l'ensemble du projet et des acteurs, ce processus crée de la fluidité et de la transparence, facilite la tenue des engagements et contribue à édifier la loyauté au projet. Les réunions de chantier deviennent réellement opérationnelles et efficaces, dans des délais fortement réduits. Les encadrants se félicitent du gain de temps.



Initiative de coulage des linteaux au sol ►

Globalement, les opérateurs apprécient le dispositif et font valoir une tranquillité d'esprit et une meilleure productivité. Les encadrants constatent que leurs équipes aiment venir sur les chantiers Lean. Quant aux salariés, ils reconnaissent gagner en sérénité, avec moins de déprogrammations, avoir une meilleure productivité et une plus grande implication. L'ambiance générale du chantier s'en ressent, le respect des travaux de finition est visible.

Le management participatif est le moteur de la démarche Lean Construction. Basé sur le principe d'échanges transparents et bienveillants, ce type de

management doit être compris par tous les acteurs du projet. L'équilibre entre les besoins exprimés par les opérateurs, l'assimilation de ces besoins par des encadrants plus disponibles et les ressources déployées représentent le pivot du dispositif. Une compétence d'animation spécifique est nécessaire pour obtenir un dispositif pérenne et susciter l'engagement et la transparence de tous. Le bénéfice principal observé réside dans la stabilité des équipes affectées aux tâches prévues. On note en effet que les déprogrammations imprévues baissent de manière notable. La prise en compte de la valeur ajoutée, avec un regard neuf, incite à revoir les définitions des missions des acteurs. Les tâches sans valeur ajoutée sont réduites ou réorganisées. On note un regain d'intérêt pour le projet et l'apparition progressive « de la loyauté au projet ».

L'équilibre Lean construction reste toutefois fragile face au désengagement d'un acteur. Le niveau de participation d'une entreprise à un projet Lean peut en effet se dégrader rapidement en cas d'aléas extérieurs. Ce sujet doit faire l'objet d'un soin tout particulier car les autres chantiers des entreprises participantes peuvent impacter négativement une opération. Nous travaillons actuellement à poursuivre la résolution de ce problème par l'amélioration de chartes de bonnes pratiques destinées également aux sous-traitants.

La démarche Lean favorise la mise en œuvre de routines et de rituels qui donnent de la stabilité aux équipes dans les réalisations quotidiennes ; elle offre en outre la possibilité d'échanger sur les travaux réalisés et à prévoir. Le Lean construction a un effet très positif sur les conditions de travail sur chantier et en entreprise, sous réserve que les principes de base soient équilibrés et ajustés aux situations. Le passage de la culture curative à la culture préventive doit être sérieusement soutenu jusqu'à la consolidation du système, sous peine de voir le mode curatif s'imposer.

Les opérateurs vivent bien les chantiers Lean en lots séparés et aiment venir sur leurs lieux de travail (source : Lean Construction expérimentation FFB/ OPPBTP). Les espaces d'échange lors des réunions de chantier permettent de résoudre les difficultés entre les acteurs du terrain sous le regard du maître d'œuvre. Les synthèses entre lots se font progressivement entre les encadrants des lots techniques, sans blocages particuliers. Les réunions se déroulent sur des temps réduits, deux heures par semaine environ, entre les personnes impliquées. Les réunions ne sont plus de simples constats de faits mais deviennent des lieux de résolution de difficultés du projet. Les urgences et les blocages diminuent de manière significative. Même si le Lean Construction mis en œuvre est expérimental et partiel sur leurs chantiers, les opérateurs ressentent un bien-être réel. Ce bénéfice n'est cependant pas toujours garanti : le stress revient assez souvent en fin de chantier ou dès que l'un des acteurs se désolidarise de la démarche.



## Une qualité de réalisation supérieure

La démarche Lean construction aide à poser les enjeux et incite à analyser les choix structurels de manière factuelle. Le principal bénéfice se situe dans la définition des décisions stratégiques du projet pouvant aller jusqu'à la définition d'une charte Lean, voire l'adoption de modalités contractuelles plus participatives (ex. marchés de conception-réalisation). Les risques pour l'ouvrage sont analysés : par exemple, le choix des balcons à rupture de pont thermique dans le bilan énergétique global du projet est étudié au regard des risques pris en matière de délais et de qualité d'une solution « balcons coulés en place » par rapport à une solution « balcons préfabriqués ».

L'équipe de conception doit aussi se conformer aux exigences du Lean Construction et se rompre à la démarche. Cette réflexion impose aux acteurs de se fixer des critères limites afin de répondre aux impératifs de transparence et de respect des enjeux (démarches TMA – travaux modificatifs acquéreurs, avec des dates limites de prise en compte des changements ; critères de compétences des entreprises ; gestion de l'édifice ; respect minimum de délais entre corps d'états). La qualité de réalisation s'en ressent et se concrétise par une baisse significative des réserves. Les nombreux cas récurrents de réserves liées par exemple aux salissures, aux fenêtres restées ouvertes par temps de pluie, aux projections d'étincelles des meuleuses dans les vitrages disparaissent grâce à la prise de conscience et au respect des mesures mises en place.

Préparation visant à éviter les problèmes de perméabilité sur les membranes ►



Les maîtres d'ouvrage engagés dans les expérimentations ont prolongé les tests afin de s'approprier davantage le sujet. Certains maîtres d'ouvrage reconnaissent ainsi pouvoir clôturer leurs chantiers dans les temps alors qu'actuellement la moitié de leurs chantiers sont livrés en retard. Les maîtres d'œuvre interrogés lors des expérimentations admettent que les réserves diminuent de 50 % quand des démarches Lean sont engagées. Sur le long terme, la démarche Lean procure un approfondissement stratégique bénéfique à une simplification de la maintenance de l'ouvrage.

L'exigence Lean Construction va pousser les entreprises à affiner leurs modes opératoires de manière quasi définitive afin de les inclure dans le projet. La prévention des risques s'intègre naturellement à cette préparation et contribue à l'excellence opérationnelle. Le travail est analysé dans son ensemble selon un scénario de chantier qui prend en compte l'environnement et la succession des tâches des opérateurs. La concertation avec les équipes de terrain enrichit les modes opératoires et renforce la fiabilité du système. Cette fiabilité est reconnue par les opérateurs et de nombreuses entreprises ont entamé une démarche individuelle en Lean à la suite de ces tests.



▲ Méthode de chantier optimisée en équipe

Au niveau ultime d'appropriation de la démarche, on s'aperçoit que le Lean Construction peut aider à résoudre toutes les problématiques liées au chantier. Des résultats probants ont été constatés aussi bien sur le tri des déchets que sur les travaux modificatifs acquéreurs grâce à l'utilisation de gestionnaires de tâche type Trello. Ces résultats laissent présager de nombreuses applications.

Le Lean Construction sous-tend le principe d'amélioration continue grâce à l'observation des postes de travail. Relever les dysfonctionnements et en discuter en groupe permet de trouver des solutions efficaces et applicables rapidement. Les cas présentés en annexe de cet ouvrage montrent que toutes les solutions proposées à l'issue des observations de l'expérimentation en Nouvelle Aquitaine offrent des gains substantiels de performance globale : gain financier, rapidité d'exécution et prévention améliorée.



## Perspectives de déploiement ultérieur

La constitution d'une équipe projet compétente représente la base de réussite d'un chantier maîtrisé et équilibré. Pour cela, les acteurs doivent construire avec transparence et loyauté une culture commune de la gestion de leur projet mené en Lean Construction, s'impliquer à la hauteur de leurs responsabilités, avec les moyens suffisants pour maintenir dans le temps la prestation attendue. Un travail d'émergence des enjeux garantit le respect des prérogatives de chacun. Les critères de fonctionnement doivent être concertés et négociés en amont et tout nouveau changement doit faire l'objet d'un accord consensuel.

Actuellement, les compétences des acteurs de chantier sont inégales vis-à-vis du Lean Construction. Or pour assurer le succès et la performance de ce nouveau mode de fonctionnement dans l'acte de construire, il est primordial que tous les acteurs y adhèrent, quel que soit leur niveau de participation au projet. La rédaction d'une charte Lean Construction mentionnant précisément les attendus et les niveaux de prise en compte effectivement retenus pour chacun des acteurs du projet soutient sa mise en œuvre. La charte constitue l'engagement ferme et définitif de chaque participant, ce qui guide les changements d'orientation au cours du projet, les rétractations ou les modifications de planning et limite les aléas.

Parmi les aléas les plus fréquents, citons : le maître d'ouvrage veut accélérer la livraison ou hésite sur des choix esthétiques ; le maître d'œuvre ou le bureau d'études retarde la diffusion de son plan ou de ses validations techniques ; l'entreprise générale a contracté sur des délais trop courts ; une entreprise veut bouleverser le planning pour compenser des variations d'effectifs importantes, etc. Les conséquences sur les équipes de terrain sont une pression de production accrue. Les ouvriers se plaignent de l'augmentation du temps de travail, de la dégradation de leurs conditions de travail, de la perte de consensus et donc de la rupture du « contrat » Lean Construction.

La formation de base est importante pour acquérir les connaissances théoriques et opérer une transition entre les habitudes passées et le management en Lean Construction. De l'avis des acteurs, le temps de mise en pratique minimum pour cette mise en place est d'environ une demi-journée par semaine.

Notons au passage que la présence d'un consultant extérieur qui double le pilote de chantier habituel doit rester transitoire afin de conserver l'unité de l'écosystème habituel. En effet, par sa position, le consultant pourrait se contenter de proposer un déploiement d'outils standardisés et ne pas prendre suffisamment en compte la dynamique du groupe chantier et ses difficultés quotidiennes. Le partage de la démarche prend du temps ; il nécessite une lente mutation de toutes les structures et l'appropriation par les collaborateurs.

Le Lean construction présente des aspects similaires au BIM, mais aussi complémentaires lorsqu'on dépasse le cadre strict de la maquette pour aller vers un management de projet visuel, interactif et commun.

Dès que le niveau BIM 4D sera effectif, les méthodes Lean permettront de fiabiliser la production de maquettes et de modes opératoires. Des exemples concrets de maquette BIM incorporant des scénarios de chantiers liés à un planning ont déjà vu le jour (ex. projet ABV + livrables vidéos). Des plateformes numériques de gestion des chantiers s'appuient sur l'image du Lean Construction pour faire leur promotion mais elles posent de nombreuses questions quant à la participation réelle des salariés.

La collaboration entre les entreprises intervenant dans un même projet reste essentielle et au cœur d'un management Lean. Toute défection ou désintérêt pour la démarche ruinerait les efforts consentis. L'équilibre est fragile, c'est pourquoi les participants à des actions Lean Construction souhaitent renforcer leur collaboration dans le temps et plébiscitent l'apparition d'écosystèmes locaux Lean Construction qui permettraient de développer une offre de services complète, valorisable par les donneurs d'ordres.

Le Lean suscite l'intérêt chez les donneurs d'ordres en quête de fiabilité de pilotage projet. À titre d'information, la région Nouvelle-Aquitaine lance 30 chantiers en Lean Construction, notamment sur des programmes de réhabilitation scolaire.



▲ Montage de charpente au sol



## ▼ CONCLUSION

L'application du Lean Construction sur les onze chantiers expérimentaux présente des résultats favorables à la performance globale, à la prévention des risques et à l'amélioration des conditions de travail. Aucun accident du travail n'a été déploré et nous avons constaté une diminution des risques. Les opérateurs ont admis que leurs conditions de travail s'étaient améliorées. Les chantiers ont été livrés à l'heure avec moins de réserves après livraison. Les chantiers expérimentaux décrits dans cet ouvrage ne représentent que l'amorce d'une démarche Lean, mais tout laisse à penser que le champ d'expérimentation est ouvert avec des perspectives alléchantes d'excellence opérationnelle.

Le Lean Construction est une démarche d'anticipation innovante, en rupture avec les pratiques actuelles sur les chantiers. Nous avons vu que cette approche apporte des progrès indéniables là où les schémas d'amélioration traditionnels montrent leurs limites. Afin de faciliter l'appropriation de ces principes, de nouveaux paramètres, nommés « déterminants » ont été définis. Ces paramètres sont applicables aux opérations de construction et plus compréhensibles pour les acteurs du BTP. Le Lean Construction peut ainsi répondre à la nécessité de renouveler l'écosystème du bâtiment et absorber les nouveaux impératifs de construction.

Nous avons vu que l'assimilation des principes philosophiques du Lean Construction est primordiale pour guider la démarche et rendre son application effective. Quand son déploiement s'opère de manière équilibrée, il devient, de fait, une démarche d'excellence opérationnelle, garantissant une prévention optimale des risques professionnels. Le Lean Construction apparaît ainsi comme une opportunité d'assurer la performance globale des chantiers au profit du maître d'ouvrage et de tous les acteurs de la chaîne de valeurs.

Si le temps d'appropriation du Lean Construction est variable selon les structures, il est démontré que cette démarche permet de souder les équipes, d'anticiper et de prendre du recul par rapport aux urgences du quotidien. Les prérequis à sa mise en place sont de dégager des temps de réflexion pour favoriser l'expression créative des collaborateurs. Outre la compréhension des déterminants de la démarche, la réussite d'un déploiement Lean Construction dépend de la capacité des acteurs à changer leurs habitudes, à modifier leur comportement et à appliquer ces nouvelles méthodes de manière effective et pérenne dans leur structure. La conduite du changement représente donc l'effort le plus important à soutenir pendant cette phase de transition.

Le secteur du bâtiment entre dans une période de rupture avec les habitudes passées. Le Lean Construction offre certainement une réponse adaptée à ce changement pour absorber les évolutions du monde de la construction, relever le défi d'améliorer les conditions de travail et de diminuer les accidents professionnels.



## ▣ BIBLIOGRAPHIE

- « Lean Construction – Démarche d’optimisation de la production et de réduction des gaspillages sur le chantier », rapport de l’action expérimentale 2017-2018, FFB nouvelle aquitaine, OPPBTP, 2018
- « Une approche économique de la prévention », OPPBTP, 2013
- « Bim et Lean construction, des outils au service de la prévention de la Covid-19 », OPPBTP, 2020
- « Le Lean appliqué à la construction » P. Dupin, éditions Eyrolles, 2014
- « Le Lean construction » Fabien Font et Hervé Grua, éditions Dunod, 2018
- « Démocratiser le travail » Michel Sailly, éditions de l’atelier, 2017
- « Bâtiment actualité » du 10 novembre 2015 – n° 18
- « Observatoire de la qualité construction » AQC, 2017, 2018, 2019
- « Relations sur les chantiers » OGBTP, 2017

## ▼ ANNEXE 1

### **Evaluation des gains en prévention et en performance globale de l'entreprise après modification des modes opératoires dans le cadre de l'application du Lean Construction**

Cette annexe présente douze résultats d'études réalisées à partir de constats techniques et de données économiques fournies par des entreprises du BTP.

L'objectif est de montrer, au travers de ces études par anticipation, que la modification des modes opératoires aux postes de travail ou l'amélioration des techniques sont un potentiel pour l'entreprise à la fois en termes économiques, en prévention des risques professionnels et en performance globale. Les données chiffrées ont été calculées sur la durée d'exécution des tâches et extrapolées sur un an d'activité. Le grand mérite du Lean Construction est de permettre des améliorations évidentes qui n'auraient pas été envisagées sans cette démarche.

Quatre axes ont été observés : qualité du travail, environnement, sécurité et main-d'œuvre. Les indications VA et NVA dans les tableaux « Comparatif » de chaque étude signifient respectivement « valeur ajoutée » et « non-valeur ajoutée ».

1. Application d'enduit à l'aide d'une machine à crépir pour revêtement ITE	67
2. Poste de découpe de blocs d'ITE	68
3. Approvisionnement de placoplâtre	69
4. Utilisation d'une PIRL lors de la pose de bandes placo	70
5. Goulotte pour évacuer les matériaux	71
6. Chariot d'aide à la manutention pour bouteilles de gaz	72
7. Platine d'appui pour mitigeur	73
8. Déchargement de châssis de menuiseries extérieures à la grue	74
9. Réservations pour garde-corps provisoires sur balconnet béton réalisé en usine	75
10. Balcons préfabriqués à la place de balcons à rupture de pont thermique	76
11. Remplacement des talonnettes de banche	77
12. Substitution d'un produit de finition	78



## Etude 1: Application d'enduit à l'aide d'une machine à crépir pour revêtement ITE\*

ÉTUDE MODE OPÉRATOIRE		
Objet	Corps d'état	Observation
Optimiser la production d'enduit pour les finitions extérieures sur ITE	Enduits, ITE, finitions extérieures	La production manuelle d'enduits pour ITE et le conditionnement au seau diminuent sensiblement la production et augmentent les manutentions manuelles et les ports de charges

COMPARATIF			
Constats		Résultats	
<b>Qualité</b>	Les quantités appliquées sont limitées et imposent de nombreuses reprises	<b>Qualité</b>	Application à la machine en une fois
<b>Environnement</b>	Salissures liées aux multiples passages	<b>Environnement</b>	Les opérateurs n'approvisionnent plus les seaux et les chutes de matériaux à la truelle sont moindres
<b>Sécurité</b>	Manutentions des seaux dans les étages	<b>Sécurité</b>	Seules restent les manutentions de la torche d'application des enduits
<b>Main-d'œuvre</b>	Un opérateur passe l'intégralité de son temps à préparer l'enduit et à l'acheminer dans les étages à son applicateur	<b>Main-d'œuvre</b>	Les opérateurs appliquent tous les enduits
<b>NVA</b>	Reprises incessantes de produit pour application en petites quantités à la truelle (15 m <sup>2</sup> à l'heure)	<b>VA</b>	Les applicateurs produisent tous et à plein temps (55 m <sup>2</sup> à l'heure)

RÉSULTATS TECHNIQUES ET DE PRÉVENTION CONSTATÉS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gâchage des enduits à la machine et transport par tuyaux.</li> <li>• Application optimisée.</li> <li>• Toute l'équipe applique les enduits.</li> </ul>

RÉSULTATS FINANCIERS			
<b>TOTAL COÛTS</b>	<b>26 262 €</b>	<b>TOTAL GAINS</b>	<b>39 264 €</b>
<b>BILAN ÉCO</b>	<b>13 000 €</b>	<b>RENDEMENT</b>	<b>R = 1,50 annuel Payback 0,7 annuel</b>

## Etude 2 : Poste de découpe de blocs d'ITE

ÉTUDE MODE OPÉRATOIRE		
Objet	Corps d'État	Observation
Organiser la découpe des blocs ITE en polystyrène	Enduits, ITE, finitions extérieures	La découpe manuelle à la scie des blocs d'ITE génère des imprécisions de rectitude, des postures contraintes et de nombreux déchets difficiles à gérer

COMPARATIF			
Constats		Résultats	
<b>Qualité</b>	La découpe manque de régularité et des espaces libres peuvent apparaître entre les modules de polystyrène	<b>Qualité</b>	Les modules sont découpés à angle droit de manière propre et régulière
<b>Environnement</b>	De nombreuses bulles de polystyrène volent sur le chantier	<b>Environnement</b>	La découpe se fait de manière thermique sans créer de déchets
<b>Sécurité</b>	Usage de la scie dans des postures instables et contraintes ; risques de coupure et de TMS	<b>Sécurité</b>	Le travail se déroule sur un poste organisé avec un pantographe
<b>Main-d'œuvre</b>		<b>Main-d'œuvre</b>	
<b>NVA</b>	Nettoyage consécutif à l'émission des billes, reprise et mise en déchets des blocs	<b>VA</b>	Découpe sans erreur et gâchis de supports

RÉSULTATS TECHNIQUES ET DE PRÉVENTION CONSTATÉS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moins de pertes à la découpe et déchets.</li> <li>• Moins d'irrégularités d'aspect avant enduisage.</li> <li>• Conditions de travail optimisées.</li> </ul>

RÉSULTATS FINANCIERS			
<b>TOTAL COÛTS</b>	<b>802 €</b>	<b>TOTAL GAINS</b>	<b>10 176 €</b>
<b>BILAN ÉCO</b>	<b>9 374 €</b>	<b>RENDEMENT</b>	<b>R = 12,69 annuel</b>



### Etude 3 : Approvisionnement de placoplâtre

ÉTUDE MODE OPÉRATOIRE		
Objet	Corps d'État	Observation
Approvisionner les palettes de Placoplatre lors des phases de GO	Plaquiste	Le Placoplatre est parfois déchargé manuellement en phase finition. Des palettes filmées peuvent s'insérer dans les étalements du GO lors des élévations et être livrées en amont des tâches de Placo.

COMPARATIF			
Constats		Résultats	
<b>Qualité</b>	Le Placo est déchargé à la main et de nombreuses plaques sont abîmées (6 ou 7 par palette)	<b>Qualité</b>	Le Placo est déchargé au plus près des postes de travail
<b>Environnement</b>	Des circulations et les heurts qui en découlent viennent abîmer les étanchéités de balcons ou les menuiseries	<b>Environnement</b>	
<b>Sécurité</b>	Travail aux bords de balcons non sécurisés. Manutentions, heurts, pincements et déplacements répétés	<b>Sécurité</b>	
<b>Main-d'œuvre</b>	Équipes intérimaires dédiées aux tâches de manutentions avec grand ratio de turnover	<b>Main-d'œuvre</b>	Diminution des efforts physiques
<b>NVA</b>	Nombreuses heures dédiées aux approvisionnements	<b>VA</b>	

RÉSULTATS TECHNIQUES ET DE PRÉVENTION CONSTATÉS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les dégâts sur installations ou stocks de placo sont minimisés.</li> <li>• Les opérateurs réalisent les travaux de plaquistes et sont déchargés des manutentions.</li> <li>• Cette disposition évite de gérer des effectifs très variables de manutentionnaires intérimaires.</li> </ul>

RÉSULTATS FINANCIERS			
<b>TOTAL COÛTS</b>	<b>55 €</b>	<b>TOTAL GAINS</b>	<b>60 635 €</b>
<b>BILAN ÉCO</b>	<b>60 580 €</b>	<b>RENDEMENT</b>	

## Etude 4 : Utilisation d'une PIRL lors de la pose de bandes placo

ÉTUDE MODE OPÉRATOIRE		
Objet	Corps d'État	Observation
Utiliser une PIRL automobile pour éviter de monter et descendre de l'escabeau	Électricien, plombier, plaquiste	Les manutentions manuelles représentent des contraintes physiques importantes, répétées dans des conditions difficiles susceptibles d'abîmer les profilés

COMPARATIF			
Constats		Résultats	
<b>Qualité</b>	Le travail nécessite de nombreux déplacements successifs et des irrégularités de finitions	<b>Qualité</b>	Le travail se fait en continu en fonction des quantités stockées et présente une qualité de fini supérieur
<b>Environnement</b>		<b>Environnement</b>	
<b>Sécurité</b>	Montées et descentes incessantes, avec un escabeau interdit par le code du travail	<b>Sécurité</b>	Déplacement du poste de travail stable, réglementaire, sans avoir à descendre de l'équipement
<b>Main-d'œuvre</b>	Personnel en mouvement permanent	<b>Main-d'œuvre</b>	Personnel réalisant ses tâches en continu
<b>NVA</b>	Temps de travail effectif faible	<b>VA</b>	Temps de travail en forte hausse

RÉSULTATS TECHNIQUES ET DE PRÉVENTION CONSTATÉS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'appareil utilisé est réglementaire.</li> <li>• La PIRL automobile favorise un travail mobile en hauteur continue, sans déplacement permanent.</li> <li>• Les modèles existants ne permettent pas l'accès à toutes les hauteurs (modèle testé sur plafond à 2,50 mètres).</li> </ul>

RÉSULTATS FINANCIERS			
<b>TOTAL COÛTS</b>	<b>741 €</b>	<b>TOTAL GAINS</b>	<b>2 400 €</b>
<b>BILAN ÉCO</b>	<b>1 659 €</b>	<b>RENDEMENT</b>	<b>R = 3,24 annuel</b>





## Etude 5 : Goulotte pour évacuer les matériaux

ÉTUDE MODE OPÉRATOIRE		
Objet	Corps d'État	Observation
Utiliser une goulotte pour vider les chutes de Placoplatre	Plaquiste	Les plaquistes jettent les morceaux de plâtre par les balcons et les fenêtres avant de les ramasser pour les reporter à la benne

COMPARATIF			
Constats		Résultats	
<b>Qualité</b>	Des salissures sur les parements extérieurs	<b>Qualité</b>	Pas de risque de salir ou abîmer le parement de l'ITE par éclats ou projections
<b>Environnement</b>	De nombreux débris jonchent le sol	<b>Environnement</b>	L'environnement reste propre
<b>Sécurité</b>	De nombreux objets chutent des étages sur le sol	<b>Sécurité</b>	Chute d'objets canalisée
<b>Main-d'œuvre</b>	Les opérateurs consacrent une partie de leur temps à jeter et ranger les chutes	<b>Main-d'œuvre</b>	Les opérateurs jettent les morceaux de plâtre au fur et à mesure dans la goulotte d'étage
<b>NVA</b>	Perte de temps et de manutention de morceaux de Placoplatre	<b>VA</b>	Les objets vont directement dans la benne

RÉSULTATS TECHNIQUES ET DE PRÉVENTION CONSTATÉS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le chantier reste propre.</li> <li>• Le risque de chute d'objets est supprimé.</li> <li>• Le temps de travail est préservé sur des tâches à valeur ajoutée.</li> </ul>

RÉSULTATS FINANCIERS			
<b>TOTAL COÛTS</b>	<b>18 055 €</b>	<b>TOTAL GAINS</b>	<b>38 400 €</b>
<b>BILAN ÉCO</b>	<b>20 345 €</b>	<b>RENDEMENT</b>	<b>R = 2,13 annuel</b>

## Etude 6 : Chariot d'aide à la manutention pour bouteilles de gaz

ÉTUDE MODE OPÉRATOIRE		
Objet	Corps d'État	Observation
Déplacer les bouteilles de gaz avec un chariot à roulettes	Étanchéiste	Les bouteilles de gaz propane sont acheminées en toiture par la grue, mais déplacées à la main jusqu'au poste de travail. Ces déplacements incessants créent des risques de chute d'objet, écrasement, port des charges.

COMPARATIF			
Constats		Résultats	
<b>Qualité</b>	Risque de chute des bouteilles sur étanchéité et percement	<b>Qualité</b>	Roulage au plus près de l'opérateur sans poinçonnement ou percement
<b>Environnement</b>	Heurts fréquents créant des fuites aux collerettes et flexibles et des risques d'incendie	<b>Environnement</b>	Plus de risque d'incendie
<b>Sécurité</b>	Manutentions, écrasements et déplacements répétés	<b>Sécurité</b>	Forte diminution des risques
<b>Main-d'œuvre</b>	Personnel supplémentaire pour manutentionner	<b>Main-d'œuvre</b>	Réduction importante des efforts physiques
<b>NVA</b>	Port de charge incessant	<b>VA</b>	

RÉSULTATS TECHNIQUES ET DE PRÉVENTION CONSTATÉS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les bouteilles suivent les postes de travail sans difficulté.</li> </ul>

RÉSULTATS FINANCIERS			
<b>TOTAL COÛTS</b>	<b>221 €</b>	<b>TOTAL GAINS</b>	<b>500 €</b>
<b>BILAN ÉCO</b>	<b>279 €</b>	<b>RENDEMENT</b>	<b>R = 2,26 annuel</b>



## Etude 7 : Platine d'appui pour mitigeur

ÉTUDE MODE OPÉRATOIRE		
Objet	Corps d'État	Observation
Utilisation de platine Starfix pour mitigeurs de douches murales	Plombier, plaquiste	Les platines d'appui traditionnelles des équipements de plomberie, présentent des caractéristiques variées qui en rendent l'application plus ou moins rapide et efficace

COMPARATIF			
Constats		Résultats	
<b>Qualité</b>	La platine traditionnelle est plus solide mais nécessite de nombreux outils	<b>Qualité</b>	Platine starfix plus fine mais très rapide à installer
<b>Environnement</b>	Cette technique nécessite des chevilles inadaptées pour le Placo double épaisseur	<b>Environnement</b>	
<b>Sécurité</b>	Obligation de retailler le Placo avec outils à main	<b>Sécurité</b>	
<b>Main-d'œuvre</b>	Temps de pose 6'30"	<b>Main-d'œuvre</b>	Temps de pose 2'30"
<b>NVA</b>	Platine plus chère, 6 €	<b>VA</b>	Platine à 4 €

RÉSULTATS TECHNIQUES ET DE PRÉVENTION CONSTATÉS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pose est plus rapide et efficace avec moins d'erreurs possibles.</li> <li>• Le nombre d'outils utilisés se restreint.</li> <li>• Cette platine convient au placo double épaisseur.</li> </ul>

RÉSULTATS FINANCIERS			
<b>TOTAL COÛTS</b>	<b>0 €</b>	<b>TOTAL GAINS</b>	<b>299 €</b>
<b>BILAN ÉCO</b>	<b>299 €</b>	<b>RENDEMENT</b>	

## Etude 8 : Déchargement de châssis de menuiseries extérieures à la grue

ÉTUDE MODE OPÉRATOIRE		
Objet	Corps d'État	Observation
Décharger les palettes de châssis de menuiserie à la grue plutôt qu'à l'aide d'un manuscopique	Menuisier, plaquiste	Le déchargement des châssis de menuiserie peut se réaliser avec un élévateur mais cette méthode nécessite des manutentions sur les balcons pour prendre les châssis un à un

COMPARATIF			
Constats		Résultats	
<b>Qualité</b>	Les châssis sont éraflés lors des manutentions et peuvent chuter	<b>Qualité</b>	La palette est déchargée de plain-pied sur une zone sécurisée
<b>Environnement</b>	L'élévateur nécessite du recul pour pouvoir atteindre les balcons et son emprise au sol est importante	<b>Environnement</b>	Le levage à la grue prend très peu de place mais nécessite un élément de structure suffisamment solide pour recevoir les palettes
<b>Sécurité</b>	Le travail se réalise depuis des balcons non sécurisés	<b>Sécurité</b>	Les charges sont déposées sur des zones sécurisées
<b>Main-d'œuvre</b>	25 minutes par palette	<b>Main-d'œuvre</b>	13 minutes par palette
<b>NVA</b>	Temps de travail important avec un coût matériel moindre	<b>VA</b>	Temps de travail réduit de moitié mais le coût global est impacté par le prix de location de la grue

RÉSULTATS TECHNIQUES ET DE PRÉVENTION CONSTATÉS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un chantier avec moins de stocks immobiles avant approvisionnement dans les étages.</li> <li>• Les châssis sont approvisionnés sur palettes et se trouvent moins abîmés.</li> <li>• Les manutentions se font moins dans l'urgence, sur des zones sécurisées et sans la pression du chantier dû à l'élévateur qui gêne les accès du chantier.</li> </ul>

RÉSULTATS FINANCIERS			
<b>TOTAL COÛTS</b>		<b>TOTAL GAINS</b>	
<b>BILAN ÉCO</b>	<b>-1 036 € mais un gain important en temps</b>	<b>RENDEMENT</b>	



## Etude 9 : Réservations pour garde-corps provisoires sur balconnet béton réalisé en usine

ÉTUDE MODE OPÉRATOIRE			
Objet	Corps d'État	Observation	Proposition
Réalisation de réservations pour garde-corps lors de la préfabrication des balconnets béton en usine	Gros œuvre	Les balconnets préfabriqués sont livrés sur le chantier sans réservation d'implantation des garde-corps périphériques. Les opérateurs sont obligés de percer les garde-corps au sol avec un perforateur qui nécessite une reprise de levage par la grue et parfois occasionne une prise de risque importante pour positionner les garde-corps au bord du vide.	Prévoir une incorporation de douille plastique lors de la préfabrication en usine, retirée dès la prise du béton

COMPARATIF			
Constats		Résultats	
<b>Qualité</b>	Perçement successif lorsque le burineur rencontre un acier	<b>Qualité</b>	Trou ajusté précisément au diamètre du garde-corps permettant une installation immédiate
<b>Environnement</b>	Bruit, poussière et stockage tampon imprévu	<b>Environnement</b>	Disparition des nuisances constatées
<b>Sécurité</b>	Perçement improvisé dans des conditions difficiles, notamment sur des poutres positionnées à leur emplacement définitif	<b>Sécurité</b>	Disparition des facteurs de risque
<b>Main-d'œuvre</b>	Désorganisation de l'équipe	<b>Main-d'œuvre</b>	L'équipe s'applique uniquement à la pose des éléments préfabriqués
<b>NVA</b>	Temps d'exécution : 30 minutes par ml de balcon, reprise de levage à la grue	<b>VA</b>	Disparition des tâches non productives

RÉSULTATS TECHNIQUES ET DE PRÉVENTION CONSTATÉS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune reprise.</li> <li>• Éléments préfabriqués parfaitement achevés.</li> <li>• Disparition des risques de chute de hauteur et d'utilisation de matériel électroportatif.</li> </ul>

RÉSULTATS FINANCIERS			
<b>TOTAL COÛTS</b>	<b>220 €</b>	<b>TOTAL GAINS</b>	<b>698 €</b>
<b>BILAN ÉCO</b>	<b>478 €</b>	<b>RENDEMENT</b>	<b>R = 3,17 annuel</b>

## Etude 10 : Balcons préfabriqués à la place de balcons à rupture de pont thermique

ÉTUDE MODE OPÉRATOIRE			
Objet	Corps d'état	Observation	Proposition
Balcons à rupture de pont thermique coulé en place, substitué par des balcons préfabriqués type prédalle	Gros œuvre	Les balcons coulés en place nécessitent un travail conséquent de coffrage, de ferrailage et d'étaieement sur mesure	Remplacement par des balcons préfabriqués à coffrage intégré

COMPARATIF			
Constats		Résultats	
<b>Qualité</b>	L'exigence de qualité requise pour cet équipement structurant s'accommode mal d'une réalisation sur mesure	<b>Qualité</b>	Trou ajusté précisément au diamètre du garde-corps permettant une installation immédiate
<b>Environnement</b>	Déchets : nombreux coffrages bois taillés sur mesure. Encombrement important dû aux étaieements	<b>Environnement</b>	Disparition des nuisances constatées
<b>Sécurité</b>	L'intervention sur coffrage bois rend l'accès délicat et les protections périphériques hasardeuses	<b>Sécurité</b>	Disparition des facteurs de risque
<b>Main-d'œuvre</b>	Tâches chronophages nécessitant un nombre important d'opérateurs qualifiés, précis, rapides	<b>Main-d'œuvre</b>	L'équipe s'applique uniquement à la pose des éléments préfabriqués
<b>NVA</b>	Temps de préparation et de décoffrage de 11 h par balcon + toutes les fournitures et approvisionnements	<b>VA</b>	Il ne reste que le temps de pose de balcons prédalles, des aciers, du coulage et du décintrage de base sans les boisages

RÉSULTATS TECHNIQUES ET DE PRÉVENTION CONSTATÉS
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Réalisation simplifiée malgré la mise en œuvre de balcons complexes.</li> <li>● Risques de chute et de manutention minimisés.</li> <li>● Aléas de réalisation minimisés par la préfabrication.</li> </ul>

RÉSULTATS FINANCIERS			
<b>TOTAL COÛTS</b>	<b>1759 €</b>	<b>TOTAL GAINS</b>	<b>14 003 €</b>
<b>BILAN ÉCO</b>	<b>12 644 €</b>	<b>RENDEMENT</b>	<b>R = 8,19 annuel</b>



## Etude 11 : Remplacement des talonnettes de banche

ÉTUDE MODE OPÉRATOIRE			
Objet	Corps d'État	Observation	Proposition
Remplacement des talonnettes de banches coulées en place, par des talonnettes préfabriquées	Gros œuvre	Les banches assemblées en angle nécessitent une implantation rigoureuse. Une talonnette coulée en place assure la rectitude du coffrage mais requiert un travail manuel long, laborieux et sans réelle valeur ajoutée.	La solution préconisée consiste à remplacer le coulage manuel par des talonnettes béton préfabriquées

COMPARATIF			
Constats		Résultats	
<b>Qualité</b>	Aspect de la talonnette pas forcément conforme à la qualité attendue	<b>Qualité</b>	Le béton coulé ne présente pas d'altérations esthétiques
<b>Environnement</b>	Production de déchets (multiples chutes de bois)	<b>Environnement</b>	Absence de déchets
<b>Sécurité</b>	Manutention manuelle, postures à genoux répétées	<b>Sécurité</b>	Le seul risque subsistant est limité à l'usage du marteau utilisé pour enfoncer les clous
<b>Main-d'œuvre</b>	Accroissement du temps du personnel d'encadrement d'équipe	<b>Main-d'œuvre</b>	Tâche réalisable par les opérateurs en suivant le marquage chantier
<b>NVA</b>	Temps d'exécution : 2 h au total à 2 personnes par angle	<b>VA</b>	5 minutes de préparation par binôme et par implantation de coffrage

RÉSULTATS TECHNIQUES ET DE PRÉVENTION CONSTATÉS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éviter les découpes de contreplaqués.</li> <li>• Éviter les assemblages de coffrage sur mesure.</li> <li>• Disparition des manutentions au moment du coulage.</li> <li>• Réduction des risques de TMS.</li> </ul>

RÉSULTATS FINANCIERS			
<b>TOTAL COÛTS</b>	<b>10 332 €</b>	<b>TOTAL GAINS</b>	<b>22 147 €</b>
<b>BILAN ÉCO</b>	<b>11 817 €</b>	<b>RENDEMENT</b>	<b>R = 2,14 annuel</b>

## Etude 12 : Substitution d'un produit de finition

ÉTUDE MODE OPÉRATOIRE			
Objet	Corps d'État	Observation	Proposition
Substitution d'un produit de finition par un produit analogue présentant des caractéristiques de lissage supérieur	Gros œuvre	L'enduit initial nécessite un talochage important. Sa préparation est longue et délicate avec un dosage en eau précis.	Produit analogue plus coûteux à l'achat, mais présentant une rapidité d'exécution accrue

COMPARATIF			
Constats		Résultats	
<b>Qualité</b>	Aléatoire au regard du talochage renforcé et de la précision du dosage en eau	<b>Qualité</b>	Aspect fini de meilleure qualité
<b>Environnement</b>	Consommation d'eau accrue, plus de sacs d'enduit	<b>Environnement</b>	Division par deux des déchets de sacs, espace de stockage moins important
<b>Sécurité</b>	Contrainte gestuelle au talochage et manutention des sacs d'enduit plus importante	<b>Sécurité</b>	Activité physique diminuée
<b>Main-d'œuvre</b>	Nécessite un personnel aguerri	<b>Main-d'œuvre</b>	Temps de mobilisation du personnel divisé par deux
<b>NVA</b>	Temps d'exécution : 6 minutes pour enduire 1 m <sup>2</sup>	<b>VA</b>	Temps de mise en œuvre divisé par deux

RÉSULTATS TECHNIQUES ET DE PRÉVENTION CONSTATÉS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le prix du sac varie de 8 € pour le produit initial, à 22 € pour le produit substitutif.</li> <li>• Le nombre de sacs nécessaires et le temps de finition sont divisés par deux avec le nouveau produit.</li> <li>• Amélioration des temps de réalisation et du confort de mise en œuvre.</li> <li>• Réduction des risques de TMS.</li> </ul>

RÉSULTATS FINANCIERS			
<b>TOTAL COÛTS</b>	<b>2 633 €</b>	<b>TOTAL GAINS</b>	<b>14 529 €</b>
<b>BILAN ÉCO</b>	<b>11 896 €</b>	<b>RENDEMENT</b>	<b>R = 5,52 annuel</b>





## ▼ ANNEXE 2



EDEN  
PAYSAN ET  
RURAL



### Charte Lean Construction :

Dans le cadre de l'expérimentation d'une démarche Lean Construction portée par la FFB Poitou Charentes et le Conseil Régional du Poitou Charentes, le projet Aquavella a été sélectionné pour faire partie des 4 projets pilotes de la Région (à l'échelon français ?).

C'est le seul projet porté par une maîtrise d'ouvrage Privée et visant la construction de logement. C'est également le seul projet du département de la Charente Maritime.

Ce projet sera donc accompagné par une équipe dédiée dans l'application des méthodes du Lean Construction, auxquelles les différents intervenants du chantier devront participer.

Ces méthodes permettent d'optimiser la performance des entreprises intervenant sur le projet ;

- sans investissement matériel particulier,
- à travers l'application de principes d'organisation particuliers, simples & pragmatiques.

Il s'agit d'une expérimentation menée au profit des entreprises et à l'initiative de la FFB, de la Région Poitou-Charentes.

Elle vise à donner des outils permettant aux entreprises d'améliorer leur productivité et leur capacité à résister aux évolutions et aux changements du marché.

Cette approche est nécessairement globale, à l'échelle du projet.

A ce titre, les entreprises s'engagent à appliquer les méthodes Lean Construction et à participer de manière proactive à cette construction collective.

- En phase de préparation de chantier :
  - o La participation à des ateliers de travail, animés par une cellule dédiée, pour déterminer les enjeux, définir le phasage et le séquencage par activité, identifier les actions à effectuer pour optimiser la productivité du chantier. Ces ateliers déboucheront, de la même manière, sur le schéma logistique du chantier
  - o Chaque participant aura la charge de rassembler les informations le concernant préalablement à ces ateliers afin d'en assurer le bon déroulement (une demande de documents sera associée à chaque invitation).
- En phase d'exécution :
  - o La présence aux réunions de chantier est obligatoire. Les réunions de chantier seront séquencées, organisées de manière à ce que chaque lot ou groupe de lots (lorsque nécessaire)



EDEN  
PROMOTION

ait un créneau de passage attribué, et ce afin de traiter en cours de réunion les problématiques ciblées.

- Le respect du schéma logistique du chantier déterminé : Règles de circulation, de stockage, d'approvisionnement définies pour l'ensemble des intervenants du chantier.
- Le suivi et contrôle des cadences et indicateurs de production : chaque responsable de lot aura la charge du suivi des indicateurs qui auront été définis au cours des ateliers de travail, dans le but de suivre au mieux la productivité des activités.
- Des ateliers avec les compagnons seront organisés dans le but d'identifier les axes d'amélioration de l'organisation du chantier. La participation des entreprises concernées par les activités, ou ayant un impact sur ces dernières sera exigible.

Rappel : La participation des entreprises concernées par les activités ciblées, ou en interaction directe avec celles-ci, durant toutes les phases du chantier, sera nécessaire au bon déroulement de la démarche.



Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'OPPBTP est illicite.

Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122 du Code de la propriété intellectuelle). Cette représentation ou reproduction par quelque procédé que ce soit constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

© OPPBTP 2021

Réalisation : Soft Office

Crédits photos : Tous droits réservés

Depuis quelques années, le Lean a fait son apparition dans le monde du BTP et prend naturellement sa place dans un secteur en évolution profonde tant en matière de techniques que d'exigences humaines et organisationnelles. Il apparaît sous le nom de Lean Construction.

Dans l'optique de voir quel impact pourrait avoir une telle démarche sur la performance globale des chantiers et sur l'amélioration de la prévention des risques professionnels et des conditions de travail, l'Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics a suivi la mise en place d'une démarche Lean Construction auprès des acteurs du BTP dans de nombreuses opérations de construction.

L'ouvrage retrace les grands principes du Lean Construction, définit de nouveaux paramètres adaptés aux chantiers et analyse de façon concrète et détaillée l'impact de la démarche sur les problématiques d'organisation lors des opérations de construction.

Au sommaire également :

- 3 grandes opérations présentées en exemples ;
- 14 cas d'étude en annexe montrant que la modification de modes opératoires contribue à l'amélioration de la prévention des risques professionnels et des conditions de travail ainsi qu'à la performance globale des chantiers.

Il est démontré que le déploiement du Lean construction permet d'améliorer l'efficacité opérationnelle et la prévention des risques professionnels des chantiers et que l'appropriation de la démarche par les entreprises du BTP devrait faire progresser significativement les pratiques et soutenir efficacement les progrès et l'innovation dans ce secteur.

# OPPBTP

Organisme Professionnel de Prévention  
du Bâtiment et des Travaux Publics

**Retrouvez toutes les publications sur  
preventionbtp.fr**

