MINISTÈRE
CHARGÉ
DU LOGEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

RAPPORT

Bernard MICHEL
Robin RIVATON

L'INDUSTRIALISATION DE LA CONSTRUCTION

JANVIER 2021

Remerciements :

Vincent Pavanello, co-fondateur de Real Estech, co-auteur

Crédits photographiques :

Couverture : Legal & General

Corps du texte : Moon Architecte ; Pascal Chazal ; Legal & General ; Richard Southall; Koma Modular; Bouygues Construction

SOMMAIRE

Lettre de mission 5
Résumé 8
Introduction.....10
1. Etat des lieux du secteur de la construction 14
1.1 Un secteur de plus en plus atomisé et qui investit peu 14
1.1.1 Une double fragmentation du secteur de la construction 14
1.1.2 Des marges qui se réduisent 15
1.1.3 Un investissement faible 16
1.2 Des problèmes liés aux ressources humaines 17
1.2.1 Une main d'œuvre vieillissante et pas assez formée 17
1.2.2 Des pénuries de main d'œuvre qui s'aggravent 17
1.2.3 Des conditions de travail encore difficiles malgré des progrès..... 19
1.3 Un secteur où la productivité est faible.....20
1.3.1 La comparaison de la productivité horaire du travail 20
1.3.2 Un secteur qui fait globalement moins de gains de productivité que les autres 20
1.4 Des projets de plus en plus coûteux et complexes.....21
1.4.1 Des coûts qui augmentent 21
1.4.2 Des délais qui ne sont pas respectés 22
1.4.3 Une qualité questionnée 22
1.5 Une augmentation des externalités négatives.....23
1.5.1 Un bilan carbone questionné 23
1.5.2 Des nuisances de voisinage 24
2. L'émergence de la construction industrialisée dans le monde.....26
2.1 Une offre et des produits diversifiés 26
2.1.1 Tous les types d'actifs immobilier 26
2.1.2 Tous les types de prestations et matériaux 29
2.2 Des investissements en capital et fonds de roulement.....30

2.3 Une recomposition de la chaîne de valeur 33
2.4 Le rôle des pouvoirs publics.....35
3. Les bénéfices à attendre d'un développement de la construction industrialisée en France 37
3.1 Construire plus efficacement.....37
3.1.1 Glissement de la valeur 38
3.1.2 Localisation de la valeur 43
3.2 Construire plus vite et plus respectueusement.....47
3.3 Construire mieux.....48
3.4 Construire plus durablement 49
4. Quatorze propositions pour le développement de la construction industrialisée en France 51
4.1 Révéler le juste coût de la construction.....51
4.2 Encourager l'innovation industrielle.....52
4.3 Améliorer l'accès à la commande publique 54
4.4 Aménager le cadre juridique 55
4.5 Structurer la filière de formation initiale et continue 56
Conclusion.....58

Lettre de mission

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES
ET DES RELATIONS AVEC LES COLLECTIVITES TERRITORIALES

Le ministre

Paris, le 07 DEC. 2018

Réf. : D18017757

Objet : Mission sur l'accélération de l'innovation dans le logement.

Monsieur le président,
Monsieur le directeur général,

La loi « Evolution du logement et aménagement numérique » et la loi pour un « Etat au service d'une société de confiance » ont démontré la volonté du Gouvernement, accompagné de tous les professionnels du secteur immobilier, à soutenir l'innovation afin de favoriser l'accès du logement à tous, en réduisant le coût de production et d'occupation des biens immobiliers tout en gardant la même qualité. L'objectif est de créer un cadre favorable aux innovations de nature à apporter plus de services, à moindre coût.

Bien que le secteur de la construction, et plus largement de l'immobilier, présente quelques spécificités, de nouvelles entreprises mobilisent depuis quelques années, des technologies éprouvées dans d'autres secteurs pour faire évoluer les biens et services immobiliers. La donnée autrefois diffuse et éparse, chez les acteurs publics comme privés, a été collectée, organisée sous la forme de bases de données et peut être utilisée de manière prédictive. En améliorant considérablement les processus de transmission de l'information, l'offre immobilière et les usages ont été améliorés, rendus plus transparents et plus personnalisés. L'ensemble de la chaine de valeur de l'immobilier est concernée, dans les métropoles comme dans les territoires ruraux.

En France, plusieurs entreprises établies, de tailles diverses, se sont déjà résolument engagées dans des démarches d'innovation, qu'elles soient de nature technologique, organisationnelle ou commerciale. L'État a encouragé les efforts d'innovation du secteur, notamment en aidant les petites et moyennes entreprises à se doter d'outils tels que la maquette numérique. La coopération entre les acteurs doit maintenant être renforcée et rendue plus fluide.

Monsieur Bernard MICHEL
Président de Real Estech
Monsieur Robin RIVATON
Directeur général de Real Estech
11 rue de Cambrai
75019 PARIS

20 avenue de Ségur – 75007 Paris – Tél: 33 (0)1 44 49 85 40
www.cohesion-territoires.gouv.fr

Les défis de la transition écologique, de la ville durale et inclusive, du vieillissement de la population ou encore de l'évolution des usages, commandent aujourd'hui d'accompagner activement le secteur de l'immobilier à déployer l'innovation pour ces nouveaux besoins . C'est aussi une opportunité pour le secteur de l'immobilier français face à la concurrence étrangère.

Forts de votre expérience sur ce sujet, j'ai donc décidé de vous confier une mission visant à accélérer le développement de l'innovation, notamment numérique mais pas uniquement, dans l'immobilier pour de nouveaux services aux professionnels comme à l'usager.

Votre travail se concentrera en priorité sur :

- La construction à moindre coût grâce aux nouveaux matériaux et technologies mais avec les mêmes gages de qualités.
- La dématérialisation de l'information dans le champ de l'immobilier et sa mise à disposition dans ses dimensions foncière, urbaine, construction et usages (en respectant pleinement les orientations de la CNIL) ;
- Le renforcement de la production de bâtiments mobilisant la construction écologique bas-carbone, notamment bois et biosourcées ;
- Le développement des nouvelles technologies au service de la gestion des espaces, notamment urbains, et de la contractualisation afférente (transaction/location résidentielle et tertiaire) ;
- Le développement des usages et services à destination de nos concitoyens.

Dans ce cadre :

- Vous veillerez à dresser l'état des lieux des savoir-faire français public et privé, en les comparant aux mouvements en cours dans d'autres pays. Vous proposerez des recommandations pour amplifier cette dynamique et développer de nouveaux outils de politique publique (notamment l'évolution du cadre législatif et réglementaire pour lever les verrous le cas échéant).
- Vous analyserez les leviers pour développer les nouveaux usages et sécuriser l'information numérique et suggérer, lorsque cela est pertinent, des expérimentations et démonstrations avec des acteurs publics et privés.
- Le paysage français regorge d'initiatives, parfois éparses. Aussi, par-delà le recensement, votre mission s'attachera à proposer des modalités opérationnelles de capitalisation de ces initiatives, de déploiement opérationnel et d'évaluation de la progression sur le terrain
- La question de la commande publique et donc le mode de consultation et de passation des marchés publics sera un point de votre étude tant il est reconnu que celle-ci peut être prescriptrice dans l'utilisation de certaines technologies.

Vos travaux devront impérativement prendre en compte les remarques et propositions des organisations représentatives du secteur. Les acteurs du logement social et les aménageurs seront également des partenaires privilégiés pour mener des expérimentations et encourager la diffusion de nouveaux usages.

20 avenue de Ségur – 75007 Paris – Tél: 33 (0)1 44 49 85 40
www.cohesion-territoires.gouv.fr

Le succès de cette mission reposera sur votre capacité à penser des modes de production et d'organisation différents avec comme seul objectif l'amélioration du service à l'usager, à qualité constante, et dans le meilleur équilibre coût/bénéfice.

Il nous appartient collectivement de faciliter la transformation de l'industrie immobilière française pour gagner en compétitivité et moderniser son service à la vie quotidienne des Français.

Vous pourrez, pour la conduite de cette mission, vous appuyer sur les services de la direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages et vous me remettrez un rapport d'étape le 15 février. Vos rapports définitifs me seront présentés pour le 30 avril 2019.

Je vous prie de croire, monsieur le président, monsieur le directeur-général, en l'assurance de ma meilleure considération.

Je vous remercie très sincèrement pour votre implication sur cette mission.

Bien à vous

Julien DENORMANDIE

20 avenue de Ségur – 75007 Paris – Tél : 33 (0)1 44 49 85 40
www.cohesion-territoires.gouv.fr

Résumé

MM. Michel et Rivaton ont été missionnés par Julien Denormandie fin 2018 pour rédiger un rapport sur les thématiques suivantes : la construction à moindre coût, la dématérialisation de l'information dans le champ de l'immobilier, la production de bâtiment bas-carbone, le développement de nouvelles technologies au service de la gestion de l'espace, le développement des usages et services à destination de nos concitoyens.

Le rapport présente de nombreux arguments et illustrations en faveur d'une industrialisation de la construction selon une approche « hors-site ».

Le concept de hors-site prend la suite de la préfabrication, qui a été promue par la loi ELAN, mais va plus loin. Le hors site est défini comme de la préfabrication auquel s'ajoute une dimension industrialisée de l'assemblage sur site et sur le transport de la production au site. L'approche hors-site est une opportunité pour le secteur de la construction. Si la crise sanitaire a décalé la publication du rapport, il s'inscrit pleinement dans la logique de performance recherchée par la RE 2020.

Deux constats sont faits sur le secteur de la construction :

- Atomisé aux faibles marges, qui investit peu et qui innove peu ;
- Une complexité grandissante dans la construction, une augmentation des coûts, du non-respect des délais et une baisse de la qualité sont constatés.

Face à cela, la construction industrialisée présente de nombreux atouts. Elle permet de mieux contrôler la qualité, réduire les coûts de construction, réduire les délais notamment grâce à la production et à l'assemblage en usine.

Ainsi 80 à 85% des travaux pourraient être réalisés en usine (actuellement à peine 10%), ce qui permet de conduire simultanément des phases qui, traditionnellement, sont réalisées successivement sur un chantier. Les coûts sont ainsi réduits. La production en usine garantit une qualité constante, ce qui peut également avoir un effet positif sur l'occurrence de sinistralités. Un autre atout consiste en la réduction des nuisances en phase chantier. C'est également une opportunité pour développer des innovations industrielles en France, pouvant faire émerger des techniques constructives durables, à un coût carbone maîtrisé (de nombreux exemples se développent autour du bois, du recyclage). Plus généralement, la construction industrialisée permet de construire plus durablement en raison de sa capacité à rationaliser les ressources et à évoluer.

Pour favoriser l'industrialisation, trois types de transformations sont à accompagner :

- Conception et suivi numériques ;

- Sites de production centralisés et automatisés ;
- Méthode de gestion de la production et assemblage au plus juste.

Ainsi, le développement de ce mode constructif est à allier à une utilisation massive des technologies numériques (dont le BIM). Par ailleurs, des financements sont nécessaires, pour créer le maillage industriel de production sur l'ensemble du territoire et soutenir l'émergence d'un marché.

Le rapport formule ainsi 14 propositions afin de favoriser et améliorer l'offre du hors-site. Ces propositions sont organisées autour de 5 enjeux qui sont :

- Relever le juste coût de la construction ;
- Encourager l'innovation industrielle ;
- Améliorer l'accès à la commande publique ;
- Aménager le cadre juridique ;
- Structurer la filière de la formation initiale et continue.

Introduction

Les besoins de construction sont immenses. Nos villes ont du mal à renouveler leur bâti alors même que les usages ont considérablement évolué et que l'impératif de performance énergétique, environnementale, sanitaire mais aussi de confort est plus fort que jamais. Les frontières se brouillent entre les fonctions du bâtiment, habitat et loisir, travail et commerce, permettant d'envisager une utilisation moins partitionnée et donc plus intense des bâtiments, limitant ainsi le gaspillage d'espace.

Pourtant, face à cette demande considérable, produire n'a jamais été aussi difficile. Les études sur la faiblesse des gains de productivité dans le secteur de la construction sont anciennes. Dès les années soixante, des experts s'inquiétaient de la relative stagnation du secteur au regard du reste de l'économie. La situation n'a guère évolué. La construction est largement décriée pour son manque de productivité. La construction appartient au secteur industriel dans la nomenclature des activités européenne (NACE). A ce titre, elle est comparée au secteur manufacturier qui a connu une augmentation importante et constante de sa productivité ces dernières années, aidé par l'automatisation et la numérisation.

À l'évidence, même si les instruments de mesure sont moins robustes que pour d'autres secteurs de l'industrie manufacturière, le rythme du progrès technique dans le secteur de la construction est faible. Pour filer une comparaison facile, l'Empire State Building et ses 381 mètres, plus haut immeuble du monde pendant près de 40 ans, a été construit en 14 mois, engageant 3 400 ouvriers. La construction de la tour Burj Khalifa à Dubaï, plus haute tour du monde avec ses 584 mètres au plafond, a duré 60 mois, employant 7 500 ouvriers à son pic. Alors même que de nombreux secteurs – la banque, le commerce, le transport… – investissent lourdement dans leur transformation numérique, le secteur de la construction semble en stagnation. Même si des différences sont observables, dans certains pays comme le Japon dans les années 1980 les acteurs de la construction ont pu ponctuellement investir pour moderniser leurs processus, ce constat est, en moyenne, valable à l'échelle du globe.

Il est vrai que le secteur immobilier incorpore des innovations qui ne se voient pas nécessairement dans la valeur de production faciale mais dans la valeur d'usage du bâtiment. On pense évidemment à des matériaux ou des procédés constructifs thermiquement ou phoniquement plus isolants. Dans un autre registre, le développement par l'industrie chimique des polymères a permis l'arrivée de matériaux comme le Corian ou l'Ayonite, plus résistants et plus faciles à entretenir, massivement utilisés dans les restaurants, les hôtels ou les hôpitaux. Enfin, il faut mentionner la multiplication des éléments visant à l'amélioration des conditions de travail sur les chantiers qui viennent renchérir la facture globale de la construction.

La hausse des coûts de construction frappe à un moment où la crise du logement en zones denses devient de plus en plus difficile à supporter. Le coût de construction est minoritaire dans les projets de construction neuve dans ces zones, souvent estimé aux alentours d'un tiers contre la moitié pour le foncier. Néanmoins au-delà du coût, la construction est devenue un facteur limitant au développement des villes. Les externalités négatives liées à la construction, transport des ouvriers et matériaux, emprise au sol, bruit, poussière, production de déchets, sont autant de nuisances au sein des espaces urbains denses et donc des facteurs repoussants pour la production de nouveaux bâtiments. Pourtant, ces villes vont devoir continuer de grandir pour accueillir toujours plus d'habitants. En France la réservation de logements neufs en Ile-de-France représente 30% du total national contre 18% il y a dix ans[1]. Aux Etats-Unis, il a été calculé que la moitié de la construction dans les cinq prochaines années se concentrera dans vingt métropoles. New York, Los Angeles, Dallas, Houston et Washington représenteront à elles seules 20% de la construction nationale[2]. C'est pourquoi ce travail se concentre particulièrement sur ces zones denses car ailleurs la construction génère moins de nuisances et que les coûts, notamment celui du travail, y sont inférieurs. En outre, le deuxième angle de ce rapport est celui de la production neuve. S'il est possible de massifier la rénovation des bâtiments, c'est tout l'objet de la démarche EnergieSprong testée en France par plusieurs bailleurs sociaux, ceci n'est pas nécessairement une industrialisation au sens d'un processus entraînant des coûts marginaux décroissants. D'ailleurs la séparation organisationnelle entre les métiers de la rénovation et de la construction/réhabilitation lourde devrait progressivement s'accentuer. Notre conviction est que seule la production neuve, à travers des économies d'échelle, pourra soutenir l'amortissement des investissements considérables requis.

Le recours à la construction industrialisée est avancé comme une solution pour améliorer l'efficacité du secteur. A la fin des années cinquante et du début des années soixante, pour construire plus vite, beaucoup et moins cher en réponse à la pénurie de logements du fait de la seconde guerre mondiale et de la croissance démographique, les autorités favorisèrent le recours à la préfabrication en béton. Des formes simples (barres, tours) furent privilégiées le long d'un chemin de rail sur lequel était posée une grue alimentée par une usine éphémère créée à proximité. Si ces grands ensembles monofonctionnels répondirent à des besoins d'hébergement urgents, ils se dégradèrent vite, affichant notamment d'importantes carences d'isolation. Les infrastructures de transport qui auraient dû les désenclaver furent souvent abandonnées. Le recours à des méthodes de préfabrication industrielle par le ministère de l'éducation pour atteindre l'objectif de construction d'un collège par jour[3] posa également des

[1]Source : SDES, enquête ECLN, réservations avec dépôt d'arrhes d'appartements neufs, INSEE
[2]The Future Is Now: Setting Yourself Up for Success
[3]L'industrialisation du bâtiment : le cas de la préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973), Aleyda Resendiz-Vasquez, CNAM, 2010

problèmes de qualité. Ce phénomène répété dans un certain nombre de pays a contribué à jeter l'opprobre sur ces méthodes.

Depuis cinq ans, de nouveaux acteurs, parfois étrangers au monde de la construction, ont entrepris de changer radicalement la façon de produire les bâtiments. En Asie, en Europe ou en Amérique du nord, ces nouveaux acteurs tentent d'importer des processus industrialisés. Une plus grande partie de la valeur est produite en dehors du chantier dans des lieux de production centralisés. Ce phénomène n'est pas nouveau. De nombreux éléments du bâtiment sont déjà fabriqués en dehors du chantier, que ce soit les menuiseries extérieures, des éléments techniques (tableaux électriques, pré-montés ou pré-câblés), des pièces de béton comme les balcons, escaliers, pré-dalles, ou même des pièces sanitaires. En France, nos calculs nous amènent à penser qu'entre 30 et 40% de la valeur de la construction d'un immeuble résidentiel collectif est amenée depuis l'extérieur du chantier sous forme de matériaux. Il y a une trentaine d'années, les fenêtres étaient assemblées sur site, aujourd'hui le lot vitrage est traité comme un composant livré prêt à être posé. Mais l'ambition est désormais de produire la quasi-totalité de ces éléments hors du chantier[4].

C'est pour cela que ce mode constructif est désigné par l'appellation hors-site aux Etats-Unis (*Off-Site Construction Techniques*). La notion de préfabrication y fait également référence même si elle s'arrête à la production et néglige la dimension industrialisée de l'installation. Le terme modulaire renvoie à la préfabrication d'éléments 3D selon un gabarit de coordination standard. Dans une définition étendue, le gouvernement de Singapour, sans doute l'un des territoires les plus en avance en la matière, parle de construction volumétrique préfabriquée et préfinie (*Prefabricated Prefinished Volumetric Construction*). Encore plus extensif, le gouvernement britannique a retenu la formule de méthodes modernes de construction (*Modern Methods of Construction*) qui comprend le PPVC mais aussi la robotisation sur site. En France, l'article L111-1-1 du code de la construction et de l'habitation, introduit par la loi ELAN en 2018, a défini que *« La préfabrication consiste à concevoir et réaliser un ouvrage à partir d'éléments préfabriqués assemblés, installés et mis en œuvre sur le chantier. Ces éléments préfabriqués font indissociablement corps avec les ouvrages de viabilité, de fondation, d'ossature, de clos et de couvert de la construction et peuvent intégrer l'isolation et les réserves pour les réseaux divers. Ils sont produits sur un site qui peut être soit une usine ou un atelier, soit une installation temporaire jouxtant le chantier ».*

[4]Le chiffre de 85% des composants venus de l'extérieur du chantier est régulièrement cité comme un pivot pour définir la construction industrialisée. On le retrouve dans l'exemple de l'immeuble de bureau Leadenhall construit à Londres en 2014 pour un total de surface de plancher de 60 000 m² étudié par KPMG. Le référentiel du gouvernement singapourien est encore plus strict interdisant la quasi-totalité des opérations sur chantier à l'exception de l'assemblage de modules.

De notre point de vue, l'industrialisation ne s'envisage que dans une triple transformation amenant à une conception et un suivi numériques, des sites de production centralisés et automatisés ainsi qu'une méthode de gestion de la production et de l'assemblage au plus juste (*lean manufacturing*). Sans l'un de ces trois éléments, nous faisons face à une industrialisation incomplète. Nous ne traiterons pas des solutions telles que les imprimantes 3D, les plieuses de moules grillagés et les robots de chantiers tels que Hadrien qui peut déposer plus de mille briques par heure car leur usage est, aujourd'hui, largement restreint à l'habitat individuel sans contraintes d'espace.

Il n'y a pas un mode constructif innovant en opposition à un autre jugé obsolète. Il n'y a pas non plus de modèle étranger que nous devrions copier. Il y a en revanche des bouleversements très importants, notamment de la localisation géographique de la valeur ajoutée, des emplois et des acteurs, qui peuvent survenir de la généralisation de ces pratiques. A dix ans, nous faisons face à un risque de délocalisation inédit de la construction. Si la filière de la construction française a montré sa capacité à se moderniser, le défi à venir est considérable. Il peut aussi permettre de réindustrialiser le territoire par la construction.

1. Etat des lieux du secteur de la construction

De nombreuses difficultés ont émergé à des moments différents de l'histoire de l'industrie de la construction mais elles s'agrègent aujourd'hui et pèsent lourdement sur les performances productives du secteur. Si les caractéristiques structurelles de la composition du secteur sont anciennes, les difficultés liées à la pénurie de main d'œuvre sont plus récentes et constituent le moteur le plus puissant de changement dans de nombreux pays. L'absence de gains de productivité entraine une hausse des coûts et la prolifération d'externalités négatives qui nuisent à l'image du secteur et des entreprises qui le composent.

1.1 Un secteur de plus en plus atomisé et qui investit peu

1.1.1 Une double fragmentation du secteur de la construction

La structure du secteur est souvent mise en avant pour expliquer la faiblesse de l'innovation. La multiplication d'entreprises de petite taille opérant sur des zones géographiques limitées et sans intégration verticale apparaît comme une des raisons essentielles de l'incapacité à digérer, voire à susciter l'innovation. La barrière à l'entrée du secteur de la construction est faible. Il y a en France 392 000 entreprises qui officient dans ce domaine[5]. Ce chiffre représente un peu plus de 10% du total des entreprises nationales[6] alors que la part du secteur dans le PIB est d'environ 5%. En effet, la valeur ajoutée du secteur du bâtiment est de 149 milliards d'euros qu'il convient de comparer avec le PIB total qui avoisine les 2 500 milliards d'euros. Cette surreprésentation du secteur dans le décompte des entreprises devrait s'accentuer si on en juge par le flux de nouvelles créations. En 2015, 65 000 entreprises de la construction ont été immatriculées sur un total de 525 000, soit une contribution à hauteur de 12%[7] du flux national. Ce phénomène n'est pas propre à la France. Le secteur de la construction fournit à lui seul presque 20% des PME du Royaume-Uni[8]. Plus grave encore, les indépendants britanniques représentent plus de 40% de l'emploi total dans l'industrie du bâtiment alors que taux moyen dans le pays est de 15%. En France, la propension à exercer sous statut non salarié dans le secteur de la construction est plus faible mais elle s'accroit : on y compte 20% de non-salariés en 2014 contre 15% en 2000[9].

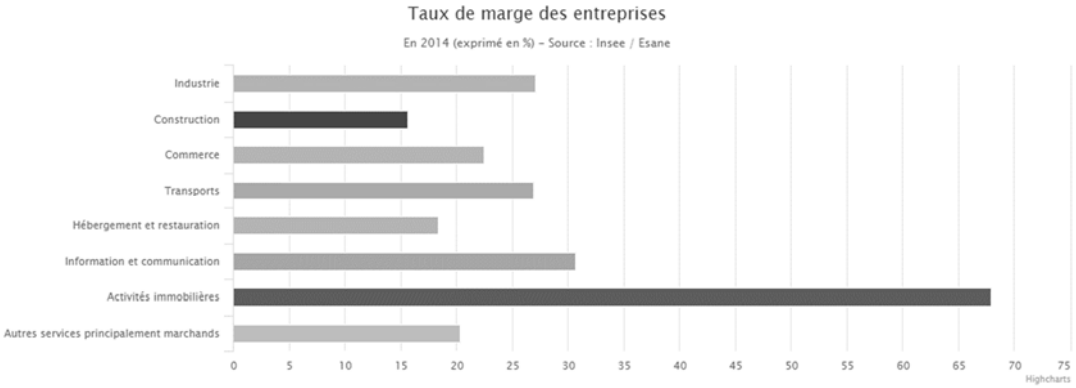
[5]Les chiffres du bâtiment 2017, FFB, juin 2018
[6]Il y a 3,8 millions d'entreprises en France en 2017 selon l'INSEE
[7]Nombre de créations d'entreprises par secteur d'activité en 2015, 2016, INSEE
[8]Department of Business, Innovation and Skills, October 2015
[9]Acerta, 2018

Cette multitude d'entreprises illustre bien la double fragmentation qui caractérise le secteur de la construction. D'une part, les leaders du marché français ne disposent pas de parts de marchés substantielles aboutissant à une fragmentation horizontale. Ainsi le chiffre d'affaires cumulé de Bouygues Construction, Vinci et Eiffage dans l'activité bâtiment représente environ 15 milliards d'euros[10]. Il en est de même si on s'intéresse au segment de l'architecture où le marché est très éclaté. D'autre part, des dizaines d'acteurs très spécialisés interviennent successivement dans le processus de construction d'un ouvrage. Il s'agit là d'une fragmentation verticale. Cela est d'autant plus vrai en France où la distinction entre promoteur et constructeur est plus marquée que dans d'autres pays. Idem pour les équipes d'architectes et d'ingénierie qui ne sont pas intégrées chez les constructeurs en France à la différence des Etats-Unis par exemple.

La fragmentation du secteur est à mettre en regard de la fragmentation des opérations immobilières et relève donc de la volonté d'urbanisation des pouvoirs publics. Les opérations de petite taille tendent à rendre les donneurs d'ordre plus conservateurs dans l'introduction d'innovations dont le coût pourrait être mieux amorti sur de plus larges ensembles. Elle conduit à une compétition sur les coûts au détriment de la qualité du projet. La fragmentation des projets tend à empêcher les économies d'échelle associées à l'aménagement d'un quartier. Par exemple, en empêchant de mutualiser les coûts d'installation de matériels de levage en zone dense.

1.1.2 Des marges qui se réduisent

Les caractéristiques du secteur pèsent lourdement la profitabilité des acteurs. L'éclatement des parts de marché et la faible différenciation des acteurs réduisent le champ concurrentiel à la seule question du prix. De plus, une chaîne de plus en plus fragmentée occasionne des coûts de coordination importants et sur lesquels un acteur isolé ne peut pas jouer. En résulte un taux de marge structurellement plus faible que dans les autres secteurs.



[10]Rapports d'activité 2017

En France, le taux de marge de l'industrie est presque deux fois supérieur à celui de secteur de la construction[11]. En affinant l'analyse, le taux de marge dans le gros œuvre est passé de 3,1% en 2008 à 1,6% en 2016. Les travaux de second œuvre ont connu une baisse moins significative, passant de 2,6% en 2008 à 1,8% en 2016. En comparaison, le taux de marge dans les travaux publics est presque stable depuis 2008 autour des 2,5%[12]. Aux Etats-Unis, le taux de marge moyen dans la construction est de 4,4%[13], soit le plus faible taux des activités de la catégorie des biens d'équipements et de consommation où l'on retrouve notamment l'automobile (5,4%). Seules les activités de service que sont le commerce (3,5%) et les services de santé (3,9%) affichent un taux de marge plus faible.

Ces entreprises à l'activité parfois erratique n'ont pas les ressources capitalistiques pour investir dans des outils et des processus de production modernes. Le coût pour faire passer un poste de travail de la 2D à la 3D est évalué à environ 13 000 euros. Les entreprises, souvent de taille réduite, manquent des ressources humaines pour utiliser les nouveaux outils ou innover à l'échelle de leur métier. Les coûts de formation associés à la montée en compétences de leurs salariés peuvent apparaître prohibitifs. La taille des entreprises les rend par ailleurs difficiles à atteindre pour les institutions de recherche ou les organismes de promotion de l'innovation.

1.1.3 Un investissement faible

La faible profitabilité conduit à un taux d'investissement de seulement 8% contre 20% pour l'industrie[14] en France, le constat étant similaire dans le reste du monde. Au-delà du taux d'investissement global, les dépenses de recherche et développement sont plus faibles dans la construction que dans les autres secteurs. Elles représenteraient moins de 1% du chiffre d'affaires contre 5 à 6% pour l'automobile[15]. Sur les 1 000 entreprises européennes qui investissent le plus en recherche et développement, seules 38 appartiennent au secteur de la construction[16].

Des facteurs culturels peuvent également expliquer ce faible taux d'investissement dans l'avenir, notamment la préférence pour un changement évolutionnaire plutôt que disruptif, avec des outils et des technologies maîtrisées. Le taux d'utilisation de services de *cloud computing* est ainsi très réduit se limitant à 7% en 2015 contre 10% dans l'industrie manufacturière[17]. Le défaut de production est certes un risque vital qui peut expliquer une certaine prudence dans l'adoption de nouvelles technologies mais c'est aussi le cas pour les constructeurs

[11]INSEE / Esane, 2014
[12]Innovation et BTP : la transformation du secteur est en marche, PWC, 2018
[13]McKinsey Corporate Performance Analysis Tool, 2017
[14]INSEE, 2017
[15]L'industrie automobile française, analyse et statistiques 2017, CCFA, 2018
[16]2013 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, EU
[17]Insee Première n° 1545 - Avril 2015 La timide émergence du cloud computing dans les sociétés en 2014

automobiles. Ce faible intérêt pour la recherche et développement a des conséquences concrètes pour les entreprises du secteur. Le chiffre d'affaires lié aux produits innovants ne représente que 4% du chiffres d'affaires total contre 21% pour l'industrie manufacturière et 12% pour l'ensemble de l'économie[18].

1.2 Des problèmes liés aux ressources humaines

1.2.1 Une main d'œuvre vieillissante et pas assez formée

La main d'œuvre du secteur de la construction est incontestablement en phase de vieillissement accéléré. Pour cause, la part des travailleurs du secteur de la construction de moins de 30 ans a baissé de près d'un tiers entre 2005 et 2016 aux Etats-Unis[19]. A Hong-Kong, 42% de la main d'œuvre a plus de 50 ans[20]. Il n'existe pas de statistiques d'âge moyen en France mais il est estimé qu'un tiers des compagnons pourrait partir à la retraite d'ici 2030.

En outre, la main d'œuvre existante bénéficie moins des dépenses de formation que les salariés des autres secteurs. En France, le taux d'accès à la formation continue est de 35% dans le secteur de la construction contre 45% dans l'industrie manufacturière[21]. Cette situation n'est pas nouvelle et que le secteur se caractérisait déjà des dépenses de formations très en deçà de la moyenne nationale dès les année quatre-vingt[22]. La taille moyenne des entreprises explique la plus faible capacité des employeurs à offrir des formations. En conséquence, la part de l'emploi non qualifié dans le secteur de la construction diminue moins rapidement que dans l'industrie. En 1980 il était de 26% dans la construction contre 34% dans l'industrie. En 2015, il est respectivement de 17% et 14%.

1.2.2 Des pénuries de main d'œuvre qui s'aggravent

Les difficultés du stock de main d'œuvre s'aggravent d'année en année en raison des flux. Côté flux sortants, le taux de turnover dans le secteur est très important. Seuls 35% des employés du secteur de la construction justifient d'une ancienneté de plus de dix ans, contre 50% dans l'industrie et 45% dans le tertiaire[23]. Aux Etats-Unis, cette rotation des employés aboutit à un surcoût salarial de 20% en dépenses de recrutement[24]. Elle est due à la dégradation des conditions de travail mais également à la vétusté des outils mis à disposition

[18]Enquête communautaire sur l'innovation, INSEE, 2014
[19]BuildZoom, 2016
[20]South China Morning Post, 2017
[21]Céreq, Déclarations fiscales des employeurs n°2483
[22]L'évolution de la formation continue dans les secteurs d'activité (1973-1985), Jean Paul Géhin, 1985
[23]INSEE, enquête emploi, 2016
[24]Americanprogress.org, 2016

des travailleurs. Toujours aux Etats-Unis, un employé sur quatre du secteur de la construction se déclare frustré en raison de l'absence de logiciels performants[25].

Côté flux entrants, on ne peut que constater que le secteur de la construction attire moins les talents que par le passé. Selon la Conférence des Grandes Ecoles, 11% des diplômés des écoles d'ingénieurs choisissaient de travailler dans les secteurs du bâtiment et des travaux publics il y a dix ans[26]. Ce chiffre est tombé à 7% en 2017 au profit notamment du secteur du numérique. Ce manque d'attrait se remarque également dans le monde des apprentis où il y a de nombreuses positions vacantes. Au cours de l'année 2017 en Bretagne, 3 500 places d'apprentis en bâtiment étaient disponibles et seulement 2 500 ont trouvé preneurs[27].

En conséquence des caractéristiques des flux et de la forte demande, le secteur se retrouve en situation de pénurie de main d'œuvre dans la plupart des pays. Au Royaume-Uni, 8 000 personnes ont quitté des entreprises actives sur le segment de construction résidentielle en 2016 et ce chiffre atteindra 12 000 par an à partir de 2020[28]. En revanche, le nombre d'arrivées reste stable autour de 2 000 par an ce qui représente un différentiel cumulé d'environ 100 000 personnes lors des dix prochaines années. La situation pourrait s'aggraver selon les conséquences du Brexit sur les flux migratoires. Pour trouver des solutions à cette pénurie de main d'œuvre, le premier constructeur de maisons individuelles anglais, Persimmon, a mis en place un programme pour attirer des anciens militaires et les former aux métiers de la construction.

En France, les entreprises du bâtiment ont aussi structurellement plus de difficultés à recruter que les entreprises des autres secteurs. Dès 2000, les entreprises du bâtiment qui signalaient des difficultés de recrutement employaient 80% des salariés du secteur. Ce chiffre est actuellement à 60% mais il reste considérablement plus élevé que dans l'industrie (40%) et dans les servies (35%). Pendant longtemps les travailleurs détachés ont constitué un palliatif à ce manque de ressources humaines. Hors transport routier, en 2017, la France a comptabilisé 516 000 salariés détachés, un chiffre en augmentation forte par rapport à 2016[29]. Un cinquième des salariés détachés travaillent dans le secteur du bâtiment et des travaux publics et 18% dans l'industrie. Les 24% dans le secteur de l'intérim étaient majoritairement affectés à la construction et aux travaux publics. Les nationalités les plus représentées étaient les Portugais (74 000), les Polonais (61 000), les Allemands (45 000) et les Roumains (44 000). Le secteur de la construction et travaux publics a été le plus concerné par les visites des inspecteurs, concentrant six d'entre elles sur dix. Cette main d'œuvre, dont la

[25]PlanGrid, 2017
[26]Conférence de Grandes Ecoles, Résultats de l'enquête Insertion des jeunes diplômés 2011 & 2017
[27]Batirama, *Le bâtiment breton réagit face aux difficultés de recrutement*, juin 2018
[28]Housebuilding Sector: New Entrants and Leavers, Modernize or Die, Mark Farmer, 2015
[29]Bilan intermédiaire du plan national de lutte contre le travail illégal, février 2018

rémunération est largement économisée et ensuite dépensée dans le pays d'origine des travailleurs, se traduit par une perte de valeur nette pour l'économie nationale.

1.2.3 Des conditions de travail encore difficiles malgré des progrès

En dépit d'une amélioration tendancielle, notamment grâce aux efforts de prévention des risques de chute, le secteur du bâtiment et des travaux publics demeure le secteur d'activité présentant le plus haut niveau de risque avec 57 accidents du travail pour 1 000 salariés par rapport à une moyenne de 33 pour l'ensemble de l'économie[30]. Le taux de gravité est de 2,6 contre 1,4 pour la moyenne nationale. 120 décès sont à déplorer pour l'année 2017. Dans ce secteur du bâtiment et des travaux publics, les maladies professionnelles augmentent régulièrement avec un niveau inédit pour les troubles musculosquelettiques du fait du déplacement de charges lourdes. 8 ouvriers sur 10 sont exposés à au moins un produit chimique contre 6 sur 10 dans l'industrie, avec souvent des expositions prolongées (au ciment par exemple). Ils sont plus exposés que les autres ouvriers à au moins un produit cancérogène aux produits reprotoxiques et mutagènes[31].

En plus des conditions météorologiques et du bruit, l'absence de nouveaux outils sur le chantier freine l'amélioration attendue des conditions de travail des ouvriers, comme la mécanisation et la robotisation ont pu le permettre dans l'industrie. De même, l'organisation à la demi-journée du roulement entre corps d'état occasionne régulièrement des temps d'attente ou des déplacements sur site inutiles car prématurés par rapport à l'avancée des autres travaux. Selon une étude de la DARES[32], 62% des ouvriers de la construction déclarent effectuer des mouvements douloureux ou fatigants contre 61% dans l'agriculture et 38% dans l'industrie. De plus, la désorganisation entraîne de la frustration à tel point que 62% des ouvriers de la construction se plaignent de devoir fréquemment interrompre une tâche pour une autre non prévue.

Ce constat peut toutefois être nuancé par un certain nombre d'éléments. Premièrement, les salariés du secteur de la construction se sentent plus autonomes dans leur travail et trouvent du sens à leurs missions. En effet, 78% des ouvriers se réjouissent de choisir eux-mêmes la façon d'atteindre les objectifs fixés ce qui est supérieur à l'industrie et à l'agriculture. De même, seuls 9% des employés regrettent de devoir faire des choses qu'ils désapprouvent, ce qui est inférieur à la moyenne nationale tous secteurs confondus. Ceci explique sans doute pourquoi le secteur de la construction affiche des résultats records en matière de taux d'absentéisme. Ce taux a été estimé à 3,9% en 2016 contre 4,3% pour l'industrie et 5,5% pour les transports[33].

[30] Rapport de gestion 2017 Assurance Maladie – Risques professionnels, janvier 2019
[31] Les conditions de travail des ouvriers du BTP aujourd'hui en France, Préventica, 2015
[32] Les conditions de travail des salariés dans le secteur privé et la fonction publique, Dares Analyses, 2014
[33] 8ème baromètre de l'absentéisme, Alma Consulting Group, 2016

1.3 Un secteur où la productivité est faible

1.3.1 La comparaison de la productivité horaire du travail

Selon l'INSEE, la productivité est définie comme le rapport, en volume, entre une production et les ressources mises en œuvre pour l'obtenir. La production désigne généralement les biens et/ou les services produits. Les ressources mises en œuvre, dénommées aussi facteurs de production, désignent le travail, le capital technique (installations, machines, outillages...), les capitaux engagés, les consommations intermédiaires (matières premières, énergie, transport...), ainsi que des facteurs moins faciles à appréhender bien qu'extrêmement importants, tel le savoir-faire accumulé.

En ce qui concerne la construction, secteur peu capitalistique, la ressource prise en compte pour le calcul de la productivité est le travail humain. Les autres facteurs de productivité sont moins pertinents dans la mesure où les coûts de main d'œuvre représentent entre 40 et 50% du coût total d'un projet de construction[34]. Ce taux monte même à 60% pour les travaux de maçonnerie ou d'électricité. A titre de comparaison, le coût du travail dans le coût final d'une voiture est compris entre 14 et 18%[35]. La production prise en compte dans l'industrie de la construction est la livraison d'un ouvrage. Aussi, l'indicateur traditionnel de productivité correspond au nombre d'heures de travail nécessaires pour la réalisation d'un chantier donné.

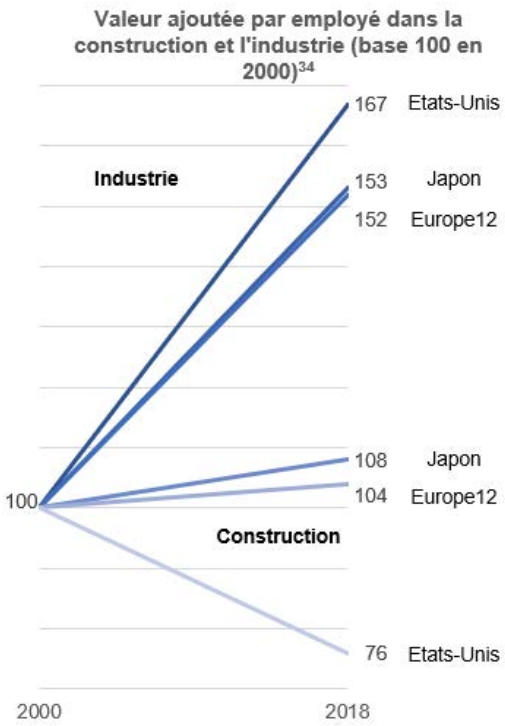
1.3.2 Un secteur qui fait globalement moins de gains de productivité que les autres

La comparaison entre la construction et les autres secteurs d'activité est univoque. En prenant en compte les chiffres pour les Etats-Unis entre 1950 et 2012, le secteur de la construction est celui qui a le plus perdu en productivité du travail sur longue période. Cet indicateur a baissé d'environ 40% depuis 1950 alors qu'il a été multiplié par 6 dans l'agriculture et par 9 dans la production de produits manufacturés. La comparaison entre le secteur de la construction et l'industrie n'est pas sans justification. En effet, l'industrie a su relever des défis qui existent aujourd'hui dans le secteur de la construction : retard de livraison, reprise, stock excédentaires, bureaucratisation, etc. L'écart s'est creusé depuis le milieu des années quatre-vingt-dix où l'informatique a entraîné des gains de productivité importants dans plusieurs secteurs de l'économie.

Une analyse plus fine par pays permet toutefois de comprendre que cette perte de productivité n'est pas uniforme. Le cabinet de conseil en stratégie McKinsey a établi une matrice de pays

[34]Observatoire des coûts de la construction, UCANSS, 2017
[35]PSA, *Rapport annuel 2015*, avril 2016

en fonction de leur productivité horaire actuelle et leur évolution sur la période 1995-2015. Quelques petits pays innovateurs réussissent bien sur les deux dimensions comme la Belgique ou Israël mais la production nationale est trop faible pour être significative. L'Europe et le Japon résistent avec une croissance faible ou une décroissance contenue. Les Etats-Unis, l'Italie et la France décrochent le plus fortement parmi les économies développées. En phase de rattrapage, la Chine a encore une productivité horaire de seulement un huitième de la moyenne mondiale, conséquence d'une main d'œuvre peu onéreuse, mais en progression de 7% par an en moyenne sur les deux dernières décennies.



L'analyse de la seule productivité du travail ne suffit pas. La productivité du capital qui traduit des investissements en équipements, logiciels ou formation, rentre également en jeu. Cette productivité totale des facteurs explique les différences de trajectoire entre les pays. La Belgique investit 74 dollars en capital par heure de travail contre 37 dollars pour le Japon et 12 dollars seulement pour les Etats-Unis. La Commission européenne classe les 2 500 entreprises mondiales qui investissent le plus en recherche et développement. Parmi les 20 premières entreprises de la construction, 4 étaient chinoises en 2013. En 2017, elles sont 10 et le pays occupe même les 6 premières places.

La fragmentation du secteur décrite plus haut exacerbe la sous-productivité par le sous-investissement. Les grandes entreprises du secteur de la construction, avec un chiffre d'affaires supérieur à 5 milliards de dollars, sont globalement plus productives que la moyenne du secteur. En France, toute chose égale par ailleurs, les grandes entreprises de la construction seraient en moyenne 77% plus productives que leurs homologues de plus petite taille[36].

1.4 Des projets de plus en plus coûteux et complexes

1.4.1 Des coûts qui augmentent

[36] Bureau van Dijk, Eurostat, Global Institute analysis, 2010-2014
[37] Oxford Economics and Eurostat, processed by ING Economics Department

Conséquence directe de la baisse de productivité, les coûts de production des bâtiments augmentent fortement. Dans tous les pays du monde, le coût des projets de construction a cru plus vite que l'indice des prix à la consommation. Cet écart est particulièrement prononcé en France et en Allemagne où les coûts de construction ont augmenté d'environ 60% entre 2008 et 2016 alors que l'indice des prix à la consommation évoluait de 10%[38].

Au-delà du niveau des coûts, la prédictibilité du budget travaux est encore trop faible. Selon KPMG[39], 69% des projets de construction dans le monde dépassent le budget initial d'au moins 10%. Il faut dire que la complexité des projets augmente au fur et à mesure que la densité des villes s'accroît. L'engorgement de celles-ci pose de plus en plus de problèmes de circulation et donc de logistique pour la bonne tenue du chantier.

1.4.2 Des délais qui ne sont pas respectés

Selon KPMG[40], seuls 25% des projets à l'échelle mondiale sont livrés avec un retard inférieur à 10% de la durée totale prévue. En France, les litiges pour retard dans les travaux sont ceux qui augmentent le plus lors des dernières années[41], pour représenter aujourd'hui 1 litige sur 4.

Selon la dernière enquête UFC Que Choisir[42], 29 % des acquéreurs dans le neuf ont subi un retard de livraison d'en moyenne 5,4 mois après la date prévue. Ce retard a entraîné un préjudice financier d'en moyenne 4 500 euros, sous forme de loyers supplémentaires, d'intérêts intercalaires liés à l'emprunt immobilier ou, pour les investisseurs, de perte de loyers. Si l'on extrapole ces données à l'ensemble du marché, soit aux 118 000 acquéreurs, en 2017, le préjudice se chiffre à 160 millions d'euros.

1.4.3 Une qualité questionnée

Au-delà du coût et des délais, certains acheteurs considèrent que les ouvrages livrés ne sont pas à la hauteur de leurs attentes. Selon la même étude de l'UFC-Que Choisir sur l'habitat collectif, seule une minorité de clients seraient satisfaits de la qualité des travaux (47%) et de la livraison du chantier (48%). Au Royaume-Uni, plus de la moitié des acheteurs dans le neuf déclarent avoir eu une mauvaise expérience liée aux défauts du logement livré[43]. En conséquence, seuls 22% des Britanniques sont d'accord avec l'idée que les logements neufs sont de meilleure qualité que les logements anciens et 45% la désapprouvent.

En 2017, la compagnie d'assurance SMA-BTP appartenant au groupe SMA qui détient près d'un tiers du marché français de l'assurance des professionnels de l'immobilier a dressé un

[38]Compass international, McKinsey Global Institute
[39]Global Construction Survey 2015, KPMG
[40]Global Construction Survey 2015, KPMG
[41]Litiges en matière de travaux : Le consommateur toujours mal protégé, CLCV, 2017
[42]*VEFA, les acquéreurs particulièrement mal lotis*, UFC Que Choisir, 2018
[43]YouGov survey for charity Shelter, 2018

bilan plutôt inquiétant de l'évolution de la sinistralité depuis le début de la crise en 2008. En 2016, la mutuelle a couvert 107 000 sinistres représentant une charge totale de 648 millions d'euros qui a progressé de 56% en 8 ans[44]. Plus que la fréquence, c'est le coût moyen du sinistre qui a fortement augmenté ces dernières années. En décennale, un sinistre après réception coûtait en moyenne 3 600 euros en 2008 contre 4 500 euros en 2016.

Cette plus forte sinistralité s'accompagne d'une judiciarisation des rapports entre maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre. Concernant la responsabilité civile, le taux de contentieux est passé de 4,5% en 2008 à 12% en 2016. Les contentieux concernant la décennale suivent la même évolution.

La hausse de la sinistralité et du nombre de contentieux entraîne naturellement une hausse des primes d'assurances, qui représentent entre 1% et 1,5% du coût des travaux. En effet, les primes globales pour la garantie décennale ont diminué d'environ 10% entre 2008 et 2015[45], alors que le chiffre d'affaires du secteur de la construction diminuait de 20% sur la période, soit une hausse des primes en valeur de 10%. Cette inflation explique en partie l'arrivée sur le marché d'acteurs *low-cost* agréés à Gibraltar, en Irlande ou au Liechtenstein, qui opèrent sous le régime de la libre prestation de services. Malheureusement, la santé financière de ces assureurs, qui se seraient déjà accaparés près d'un dixième du marché français, s'est révélée très précaire et plusieurs faillites non ou mal couvertes ont été répertoriées.

1.5 Une augmentation des externalités négatives

1.5.1 Un bilan carbone questionné

Les chiffres sont connus, le secteur de la construction est l'un des premiers responsables des émissions de gaz à effet de serre. En effet, même si des progrès ont été accomplis, le secteur du bâtiment représente encore entre 20% et 25% des émissions en France. De plus il a tendance à prendre du retard par rapport à d'autres secteurs d'activité en termes d'engagements des entreprises en faveur de l'environnement. Le secteur de la construction obtient un score de de 30 sur 100 dans les démarches d'amélioration de l'efficacité énergétique contre 40 dans l'industrie agroalimentaire et 50 dans les transports[46]. De même, il obtient un score de 40 dans la gestion économe des ressources contre 70 pour l'agroalimentaire. La construction générerait près d'un tiers des déchets de l'ensemble de l'économie à l'échelle mondiale[47]. Cependant, le secteur fait bonne figure dans l'implication

[44]Groupe SMA Rapport d'activité 2017
[45]Quelques statistiques concernant le marché français de l'assurance construction, Banque de France, 2018
[46]Insee, enquête Entreprises et développement durable, 2016
[47]Eurostat, 2012

dans la préservation de la biodiversité avec un score de 25, supérieur à la plupart des autres secteurs.

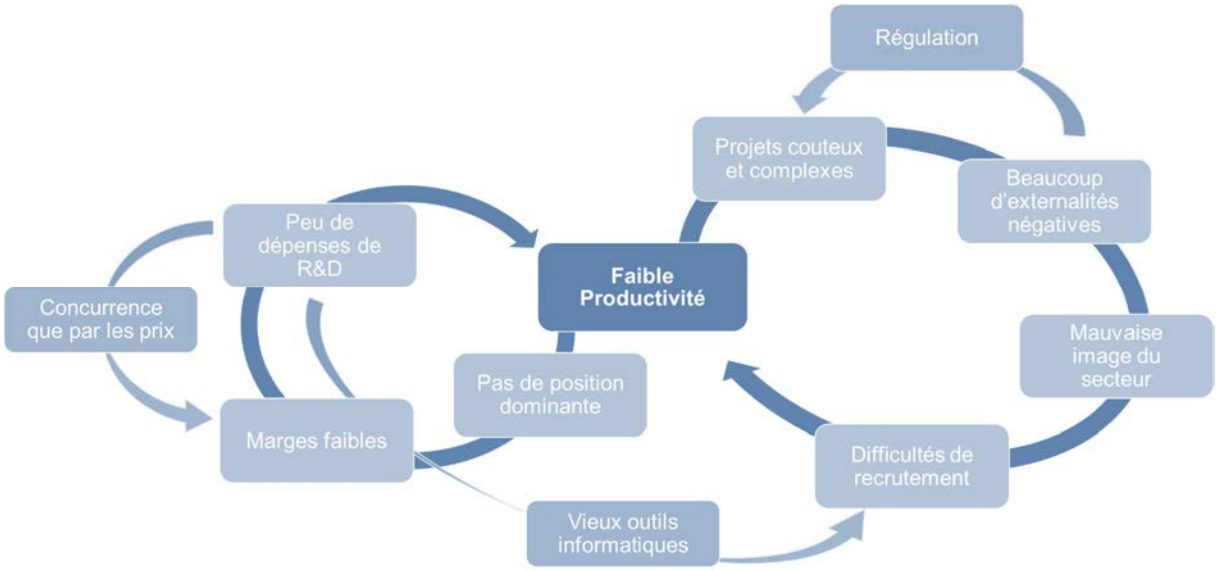
1.5.2 Des nuisances de voisinage

D'autres types de nuisances sont à déplorer tel que les nuisances sonores et les vibrations induites par les chantiers. Il en est de même pour les poussières. Le trafic de véhicules lourds participe de la congestion au point que l'interdiction de la circulation de bétonnières a même été évoquée dans certains centres urbains pour lui préférer des réseaux. L'empiétement des sites de construction sur les trottoirs et la voirie est aussi un problème croissant. Les bases-vies des nombreux chantiers en cours altèrent considérablement la qualité de l'espace urbain. Les acteurs de la construction sont eux-mêmes victimes de cette situation car les gênes provoquées par les chantiers coûteraient 4 milliards d'euros par an en assurance[48]. Au final, ces nuisances abaissent l'acceptation sociale d'un chantier et rendent plus conflictuelle la décision d'urbanisme.

* * *

[48]ActuEnvironnement, *Des solutions pour réduire les nuisances de chantiers*, 2018

La construction va changer profondément dans les prochaines années sous la pression du manque de main d'œuvre et de la réduction des émissions carbone. Le manque de ressources qualifiées est cité comme première raison d'adoption de technologies de construction industrialisée ces trois dernières années (72%), devant la pression sur les coûts (67%), la pression sur les délais (64%), de meilleurs usages (31%) et les enjeux de sécurité (28%)[49]. La réglementation agit comme un aiguillon puissant en faveur de l'innovation. L'intégration du coût complet carbone du bâtiment aura des répercussions majeures tant les financeurs traditionnels de la construction neuve que sont les banques et les assureurs sont engagés dans des trajectoires ambitieuses de réduction de leur empreinte carbone.



[49]2018 FMI CURT CII Offsite Construction Owner Survey

2. L'émergence de la construction industrialisée dans le monde

L'industrialisation n'est pas un phénomène inédit dans le secteur de la construction. Cependant, de nouveaux outils informatiques permettent d'en repenser les modalités afin de passer d'une logique de projets à une logique de produits. Aujourd'hui cette industrialisation s'incarne dans des produits très divers dans différents pays, avec une croissance des solutions modulaires 3D comme des solutions panneaux 2D, mais requiert à chaque fois des investissements considérables et impose une courbe d'apprentissage. En retour, elle contribue à la recomposition de la chaîne de valeur en transformant la place de chacun des acteurs.

2.1 Une offre et des produits diversifiés

2.1.1 Tous les types d'actifs immobilier

Dans l'imaginaire collectif, la préfabrication est assimilée à de la maison individuelle en bois. Et cet objet n'est pas nouveau. Entre 1908 et 1940, Sears Roebuck le spécialiste américain de la vente par correspondance, a vendu sur catalogue plus de 70 000 maisons en kit. Sears s'est placé sous la protection de la loi des faillites en 2019 mais Amazon lui a succédé. Pour moins de 40 000 euros, des maisons à ossature sont disponibles sur la place de marché américaine. Il s'agit alors de panneaux en 2D sans travaux de finition, sans pré-câblage et sans tuyauterie intégrée.

Le résidentiel reste le principal produit immobilier pour les acteurs de la construction industrialisée. Il s'agit essentiellement de maisons individuelles détachées ou mitoyennes dans des zones périurbaines où la faible densité rendent aisés le transport et la manutention des éléments modulaires. Ceci représenterait plus des trois-quarts du marché mondial de la construction hors site dans notre estimation. Ces maisons répondent à des acheteurs contraints financièrement et à la recherche du meilleur ratio coût/surface. Elles sont le plus souvent des ossatures bois et des panneaux déjà finalisés qu'il suffit d'assembler. Aux Etats-Unis, de nombreux nouveaux acteurs du préfabriqué pour habitat individuel ont vu le jour ces cinq dernières années en Californie, rien d'étonnant tant la crise du logement est forte dans la patrie du capital-investissement : Factory OS dont la première commande a été faite par Google pour 300 logements ; Entekra financé par Louisiana-Pacific, un des plus gros fabricants américains de matériaux de construction en bois ; Prefab Plant dans lequel Amazon a investi en 2019 ; Blu Homes qui a levé 200 millions de dollars pour ses maisons haut-de-gamme écologiques ; Connect Homes pour ses maisons low-cost ; Green Terra Homes… Et les acteurs traditionnels leur emboîtent le pas. Selon une étude d'Autodesk, 11% des

constructeurs américains déclarent en 2017 investir dans des procédés hors-site contre 7% qui déclarent faire des investissements dans le BIM[50]. En Europe, c'est le Royaume-Uni qui mène la danse, marché où domine la maison individuelle. En 2017, 15 000 logements ont été construits en modulaire dans le pays soit 9% du marché. En janvier 2019, le promoteur-constructeur hors-site Urban Splash a même annoncé qui allait lancer la plus grosse opération de logements modulaires jamais développée. 440 logements seront construits dans un lotissement de la ville nouvelle de Northstowe, située près de Cambridge. En avril 2019, TopHat a reçu un investissement en capital de 75 millions de livres sterling de la part de Goldman Sachs. Fondée en 2016, TopHat a commencé la production au début de 2018 dans son usine et son premier chantier résidentiel a accueilli des résidents au deuxième trimestre de 2019. La fièvre ne semble pas prête de cesser. Depuis début janvier 2021, trois sociétés innovantes de construction industrialisée ont levé des fonds. Mighty Building, basée à Oakland, a levé 40 millions de dollars en janvier 2021 pour ses maisons préfabriquées utilisant impression 3D, robotique et automatisation. Elle prétend pouvoir imprimer des structures en 3D « deux fois plus rapidement avec 95% d'heures de travail en moins et 10 fois moins de déchets » que la construction conventionnelle. En Espagne, les fondateurs de Privalia, un des plus gros succès entrepreneuriaux du pays, se sont lancés dans la construction industrialisée avec un logiciel connectant les différentes parties prenantes 011h en levant 10 millions d'euros. En France il faut mentionner la jeune start-up Vestack qui vient de lever 2,6 millions d'euros avec une ambition de maitriser la production de bout en bout.

TopHat - Usine Derbyshire - 2019

L'industrie de la préfabrication s'est considérablement diversifiée en dehors de ce schéma de résidence individuelle. Elle n'est plus l'apanage des zones périurbaines et devient une alternative crédible dans les cœurs des villes. Katerra qui a levé 1,2 milliard de dollars depuis sa création en 2015 s'est positionné sur l'habitat collectif de 2 à 5 étages avec une technologie de bois lamellé croisé. Ce positionnement est aussi celui retenu par Full Stack Modular dont l'usine principale est installée à Brooklyn depuis 2016. Urban Rad, avec une technologie acier, essaye d'amener le modulaire sur les immeubles de grande hauteur. Juno Residential, une autre startup californienne, s'attaque aux immeubles de moyenne hauteur. En Allemagne, la plus importante foncière résidentielle, Vonovia, comptant 33 milliards d'euros sous gestion, a

[50]Survey by Associated General Contractors of America and Autodesk, 2017

livré en 2018 sa première opération en modulaire de 38 logements en périphérie de Wiesbaden, une ville de 300 000 habitants[51].

La plupart des produits immobiliers connaissent une vague d'industrialisation notamment ceux qui présentent une régularité de l'usage entre les différentes unités d'un même immeuble que ce soit les résidences de service (étudiants, seniors…), les hôtels, les cliniques, les écoles… Ainsi, Marriott a annoncé en 2015 lancer une expérimentation pour le développement d'hôtels modulaires et, dès 2017, un premier établissement de 97 chambres était livré à Sacramento en Californie, sous la marque Fairfield Inn & Suites. Grâce à un partenariat avec le constructeur Guerdon Modular Buildings, basé dans l'Idaho et capable de produire 90 000 m² de surface par mois, Marriott gagne entre 4 et 6 mois sur une durée moyenne de chantier d'environ 14 mois. Concrètement, les modules qui sont acheminés vers le site contiennent chacun deux chambres toutes-équipées et un couloir. Les ouvriers sur le chantier se chargent donc uniquement des travaux liés à la plomberie et à l'électricité. Alors que plusieurs hôtels modulaires ont été livrés en 2017 et 2018, Marriott souhaite développer 10% de ses hôtels via ce procédé, soit environ une cinquantaine d'établissements par an. Plus récemment entré dans cette industrie, le groupe hôtelier Hilton va ouvrir son premier hôtel modulaire en 2019 en Californie.

Les bâtiments publics, et plus particulièrement l'extension des bâtiments existants, sont aussi un terrain de jeu privilégié de la construction modulaire. Au Royaume-Uni, étant donné la surpopulation des écoles et les contraintes budgétaires du ministère de l'éducation, le recours à la construction industrialisée a été massif ces dernières années pour les bâtiments scolaires. Le *Priority School Building Programme*, lancé en 2014 et qui consiste en la rénovation de 540 écoles pour un coût de 4,4 milliards de livres, s'appuie massivement sur la standardisation des éléments de structure. Confronté lui aussi à un besoin urgent de construction, l'Etat du Victoria en Australie, dont la population va passer de six à dix millions habitants d'ici 2050[52], construit actuellement une centaine de bâtiments scolaires en modulaire, de 300 m² à 1 000 m². Le raccourcissement des délais de chantier permet une installation de ces bâtiments sur les campus existants pendant les vacances scolaires, ce qui évite les perturbations de l'enseignement.

D'autres produits à la frontière de l'immobilier et des infrastructures font de plus en plus l'objet de méthodes constructives préfabriquées. C'est le cas des aéroports avec notamment l'extension prévue de Heathrow dans les mois à venir. Un immense appel d'offres a été lancée en 2017 par le gestionnaire d'aéroport auprès des constructeurs industrialisés du pays.

[51]Vonovia looks to prefabs to build growth, Financial Times, 2018
[52]Australian Research Council Training Centre for Advanced Manufacturing of Prefabricated Housing (CAMPH)

2.1.2 Tous les types de prestations et matériaux

Le chantier Clement Canopy à Singapour © *Bouygues Construction*

La maturité de la construction industrialisée se mesure aussi à la diversité des matériaux utilisés et des méthodes de fabrication. Si le bois et le métal se prêtent bien à la construction modulaire, le béton est également utilisé. Ainsi, la filiale de Bouygues Construction à Singapour (Dragages Singapore) a été retenue en 2018 pour réaliser un complexe résidentiel de six immeubles de quinze étages en proposant un système modulaire en béton armé, avec 65 % de la superstructure construite en usine. L'entreprise a également réalisé avec ces techniques l'extension de l'Hôtel Crowne Plaza, la maison médicalisée Woodlands ou encore les tours résidentielles Clement Canopy de 40 étages. La préfabrication en pierre de taille ou dans des biomatériaux comme le chanvre est également un champ de recherche. Katerra, qui a débuté son activité dans le bois lamellé croisé, a acquis en 2018 l'indien KEF, spécialiste du béton préfabriqué, blocs de salle de bains préfabriqués, menuiserie et mobilier, façades en aluminium et vitrage pour les marchés indien et moyen-oriental. Certains produits mixent d'ailleurs les matériaux. Le produit du français Syscobat, lancé en 2011, consiste en un panneau mural bois isolé faisant office de coffrage pour un béton auto plaçant.

La diversité de la construction industrialisée se retrouve également dans les différents niveaux de prestation offerts par les producteurs. L'Allemagne compte par exemple six acteurs de la préfabrication qui dépassent les 100 millions d'euros de chiffre d'affaires[53]. Certains comme Hanse Haus ou Scan Haus livrent des logements clé en main, avec tous les équipements pré-intégrés. D'autres comme DFH se contente de livrer en brut de béton et les acheteurs aménagent ensuite à leur guise. On retrouve également de fortes différences en matière de positionnement des prix. En Suède, le constructeur Lindbäcks s'illustre par des immeubles résidentiels haut-de-gamme, jusqu'à 16 étages, construits à partir de modules de 9 mètres par 4 mètres par 3 mètres de haut. Le niveau de prestations offert dans ces modules est au-delà des standards du marché. Aussi, pour être compétitive, l'entreprise a massivement investi depuis les années 1990 dans une unité de production hautement robotisé qui délivre 2 500m² de surface habitable par semaine. Inversement, le constructeur suédois Skanska s'est allié avec Ikea pour produire des maisons sans aucune personnalisation possible pour les acheteurs. Ce produit séduit 1 300 clients chaque année et a obtenu le meilleur taux de

[53]Prefabricated housing market in Central and Northern Europe, Roland Berger, 2018

satisfaction client du marché lors des deux dernières années. Cette coentreprise BoKlok a lancé un projet de 200 maisons à Bristol dans l'un de ses premiers projets au Royaume-Uni. Mais la construction industrialisée ne signifie plus automatiquement standardisation. La différenciation tardive permet de réaliser des personnalisations intérieures pour le client final que ne permet pas la construction traditionnelle sur chantier. Si la partie non visible du produit est toujours similaire, du point de vue extérieur, les variations sont possibles par des combinaisons infinies assemblées à partir d'éléments standards. Les possibilités d'adjoindre des façades diverses, bardage métallique ou bois, a considérablement ouvert le champ des possibles.

Les défauts anciens de la construction industrialisée, notamment la faible qualité d'isolation phonique et thermique, ont été résolus. Marriott a pu améliorer ses scores de classe de transmission du son grâce à la technologie modulaire, ce qui confère à ses hôtels un avantage concurrentiel par rapport à leurs homologues traditionnels en termes de réduction du bruit. Construire en modulaire revient à empiler à la fois un plafond et un plancher car les éléments sont désolidarisés, cela crée un vide d'air isolant des bruits venant du dessus, qu'ils soient aériens ou issus de chocs. Si une chape en béton peut bloquer les bruits aériens, en cas de choc sur la dalle, l'onde se propage vers les étages inférieurs à travers les ferrailles. Concernant l'isolation thermique, la plupart des éléments modulaires incorporent de nombreuses couches isolantes (panneau, isolant, pare-pluie, pare-vapeur, parement) et respectent les réglementations les plus strictes en vigueur.

2.2 Des investissements en capital et fonds de roulement

De manière grossière, on peut dire qu'un lieu de production centralisé comprenant les locaux et les machines nécessite un investissement minimal de 25 millions d'euros et il faut un minimum de 1 000 unités par an pour en amortir le coût[54]. Avec les durées d'amortissement et les ratios de remplacement, ces coûts fixes représentent ensuite entre 5 et 15% du total des coûts de construction. Alors que durant plusieurs décennies, il a été possible d'avoir des usines de construction très peu mécanisées, depuis une dizaine d'année l'augmentation du champ de compétences des robots manufacturiers et le perfectionnement des machines-outils a complètement transformé la productivité de ces usines. McKinsey estime que le prix de l'investissement pour ces nouvelles usines extrêmement robotisées entre 75 et 100 millions de dollars. Les principales machines sont des découpeuses et plieuses ainsi que des robots de peinture.

[54]McKinsey, *Modular construction: From projects to products*, Juin 2019l

La première usine de Katerra de 23 000 m² fabriquant du bois lamellé croisé à Spokane dans l'Etat de Washington à proximité des forêts a coûté 150 millions de dollars. Elle occupera 125 employés. Sa construction a duré plus de deux ans. Elle est différente des sites de production car il s'agit d'une usine de transformation de la matière première en matériaux de construction. L'usine d'Entekra de 19 000 m² à Modesto (Californie) a elle coûté 35 millions de dollars, même si elle comprend également des bureaux accueillant le siège social de l'entreprise. Elle comptera 200 ouvriers et produira 3 000 maisons par an. L'usine Factory OS à Vallejo (Californie) qui peut produire 3 000 unités par an avec 190 employés sur 24 000 m² a coûté aux alentours de 30 millions de dollars. L'entreprise a sécurisé 150 millions de contrats d'ici 2020. Le groupe britannique de services financiers Legal & General a dépensé 68 millions de dollars pour son usine automatisée de 51 000 m² près de Leeds où elle emploie seulement 60 ouvriers pour produire 3 000 modules par an. La nouvelle usine de préfabrication modulaire de Katerra à Hyderabad en Inde représente un investissement de 100 millions de dollars avec une capacité de production annuelle de 900 000 mètres carrés soit 9 000 unités. Son usine de modules à Tracy (Californie) qui est prévue pour accueillir 500 employés devrait coûter une somme équivalente. Elle comprend 30 robots fixes, 12 robots mobiles et des véhicules autoguidés apportant les matériaux sur la chaîne d'assemblage. Cette usine robotisée a conduit à la fermeture de l'usine de Phoenix, peu robotisée, ouverte en 2017.

Wall Panels - Katerra - Tracy Factory

Usine	Surface (m²)	Employés	Production (unités)	Coût (millions)
Entekra, Modesto	19 000	200	3 000	35
FactoryOS, Vallejo	24 000	190	3 000	35
Legal&General, Leeds	51 000	60	3 000	68
Katerra, Hyderabad	n.a	n.a	9 000	100

Comme dans les autres secteurs, l'industrialisation du bâtiment connaît une courbe d'apprentissage forte liée à des freins techniques, logistiques, commerciaux, financiers et bien sûr culturels. Dans cette phase initiale, les erreurs sont nombreuses et coûteuses. Il faut donc disposer d'une trésorerie confortable pour financer cet apprentissage. Katerra a fait face à ses premières difficultés à l'été 2018 en prenant du retard dans la livraison de certains chantiers, retard lié à des panneaux de mauvaise taille et au manque de personnel qualifié pour la pose sur le chantier. En mai et décembre 2020, la société a reçu deux injections de capital de 200 millions de dollars chacune de la part de son actionnaire Softbank pour faire face à des difficultés de trésorerie. A cette courbe d'apprentissage, il faut ajouter les efforts de vente des produits issus de la construction industrialisée. Il existe un certain conservatisme des clients finaux et des autorités en charge de l'urbanisme. Les clients craignent d'avoir des logements moins résistants que ceux produits en construction traditionnelle. Les élus et urbanistes associent la construction industrialisée à l'uniformisation. Enfin un surplus de trésorerie est indispensable pour absorber les cycles. Là où les entreprises en construction traditionnelle sont capables d'ajuster assez rapidement leurs coûts à leur volume d'activité, la prépondérance des coûts fixes dans la construction industrialisée oblige à conserver un volant de trésorerie pour se couvrir en cas de retournement du marché de la construction ou de retard sur un chantier.

Construction site @ *Legal & General*

Pour l'instant peu des entreprises nouvellement lancées ont réussi à trouver le point d'équilibre financier. L'exemple le plus connu est celui de l'assureur britannique Legal & General. Sa division de maisons modulaires avait enregistré une perte de 52 millions d'euros sur ses deux premières années d'existence. L'entreprise a préféré de partir de zéro plutôt que d'acquérir un opérateur existant, ce qui a compliqué la montée en charge qui a duré pas moins de neuf mois. Son compatriote Ilke Homes a créé sa propre usine entre 2017 et 2018. Malgré le gain d'un contrat de fourniture de 750 maisons modulaires pour 110 millions d'euros avec Places for People, la société a annoncé une perte de 9 millions d'euros en 2019. En dépit de ces fortunes malheureuses, l'appétit des investisseurs se maintient. D'après Pitchbook, les investissements dans les start-

ups de la construction, dont l'activité va au-delà de la construction industrialisée, ont augmenté de 9% par an sur les dix dernières années.

2.3 Une recomposition de la chaîne de valeur

La répartition de la valeur au sein de la chaîne de production va évoluer. Les frontières traditionnelles vont se brouiller et certaines fonctions être intégrées, les parts de marché se concentrant et les échanges transfrontaliers, financiers ou marchands, vont s'accroître.

Verticalisation – A l'échelle du monde, on observe principalement des fabricants de matériaux descendre la chaîne de valeur en devenant des entreprises générales, en intégrant des compétences d'architecture au passage. Il est assez rare de les voir descendre au niveau de la promotion, métier où les risques de maîtrise du foncier, des enjeux d'urbanisme, de commercialisation auprès de particuliers sont très particuliers. Ainsi Entekra travaille avec des promoteurs locaux comme Fitzpatrick Homes, Van Daele Homes, Beazer Homes et Lennar Corporation. Des partenariats croisés s'opèrent. Un des actionnaires d'origine de Katerra est Wolff Co, un promoteur-foncière qui possède près de 30 000 logements. Ce groupe lui a confié ses premières opérations. Vision Modular Systems qui exploite une usine de 16 000 m² à Bedford (Royaume-Uni) fournit différents promoteurs mais a aussi créé sa propre filiale. La culture du projet est très ancrée chez les producteurs de bâtiments (maître d'ouvrage comme maître d'œuvres) alors que l'industrialisation nécessite des partenariats de long-terme entre clients et fournisseurs.

Internalisation – Katerra se distingue également avec son modèle totalement intégré, de la conception des bâtiments, avec une centaine d'architectes internes à leur montage sur le chantier. En début d'année 2019, l'entreprise a dévoilé la plate-forme logicielle Katerra Apollo, conçue pour prendre en charge l'ensemble du cycle de vie du processus de construction. Apollo gère toutes les ressources critiques - coûts, calendrier, équipes et matériel - dans un seul flux de données. Katerra va plus loin en commercialisant auprès de tiers son application Apollo Construct. Celle-ci prend en charge la coordination de l'estimation des coûts, des calendriers, de l'approvisionnement en matériaux et de la gestion des effectifs sur l'ensemble de la chaîne logistique du bâtiment. Des applications supplémentaires seront disponibles prochainement. Autodesk, le géant mondial des logiciels de conception, a senti le risque de cette internalisation. Il a donc investi en début d'année dans Factory OS, aux côtés de la banque Citigroup, pour la construction d'une nouvelle usine d'une capacité annuelle de 2 000 modules d'habitat d'urgence. L'idée est surtout de garantir l'utilisation des logiciels Autodesk par l'entreprise. Pour compléter sa gamme, fin 2018, le géant avait également fait l'acquisition pour 790 millions d'euros de PlanGrid un des leaders des logiciels de coordination chantier, étendant ainsi sa suite logicielle vers l'aval.

Massification – Les six acteurs allemands de la construction industrielle avec un chiffre d'affaires supérieur à 100 millions d'euros ont en commun le fait de connaître une forte croissance depuis 2012, avec des taux annuels compris entre 7% et 17%. S'ils ne disposent aujourd'hui que d'un tiers du marché de la construction industrielle, une phase de consolidation est en cours depuis 2013. Aux Etats-Unis, Katerra a un potentiel annuel aujourd'hui de 12 500 unités et devrait croître rapidement. Les seuils de 5 000 et 10 000 unités sont des points de passage obligés pour les acteurs du secteur. De l'autre côté du globe, la réussite des constructeurs japonais a été largement liée à leur capacité à produire de gros volumes. Sekisui House produit ainsi plus de 48 000 unités par an soit près de 5% du marché dont une large partie en construction industrialisée comme Misawa Homes et Daiwa Home. Signe de l'internationalisation et de la course à la taille, les premières opérations de consolidation transfrontalières ont eu lieu. Le plus grand constructeur modulaire japonais, Sekisui House, s'est implanté en mars 2019 au Royaume-Uni en prenant une participation de 35% dans l'activité de maisons modulaires d'Urban Splash pour un montant de 62 millions d'euros. La localisation des

Pod Hotel Brooklyn - Polcom - 2019

Internationalisation – On assiste à une recomposition horizontale qui s'apparente à une véritable mondialisation du secteur de la construction, qui restait jusqu'à présent très local. Avec la construction industrialisée, il devient possible de dissocier le lieu de production et le lieu de construction. Les éléments peuvent être préfabriqués dans un pays et assemblés dans un autre. Le fonds luxembourgeois Griffin Real Estate et le gérant américain Pimco ont acquis en janvier 2019 pour 230 millions d'euros le groupe Polcom basé en Poméranie (Pologne). Il produit des modules pour la construction d'hôtels dans des villes aussi diverses que New-York, Amsterdam et Londres. L'opérateur hôtelier néerlandais Citizen M a commandé un projet de 20 étages et 300 chambres au 185 Bowery à New-York qui a été expédié en 210 pièces par bateau. L'hôtel Pod Brooklyn, de l'autre côté de l'East River à Williamsburg a également été construit par Polcom. Les promoteurs de ce projet de 110 millions de dollars et de 249 chambres ont déclaré que la construction modulaire était environ 15% moins chère que la construction sur site. Le groupe compte trois usines, respectivement pour l'acier, le mobilier et l'assemblage. Une quatrième est en cours de construction à Gdansk. Le groupe a doublé sa production de 1 000 à 2 000 unités sur les cinq

dernières années et prévoit d'atteindre 5 000 unités sous trois ans. Ces usines sont généralement situées à proximité de ports. China International Marine Containers, plus connue sous son sigle CIMC est un groupe chinois, premier producteur mondial de conteneurs, basé à Shenzhen. La société détient près de la moitié du marché mondial. En 2004, elle a créé une filiale dédiée à l'habitat CIMC Modular Building Systems. L'entreprise compte deux usines avec une capacité de production combinée de 10 000 unités. Les containers font une fois et demi la taille d'un container de transport. Ses modules ont servi pour des hôtels à Londres ou en Australie.

2.4 Le rôle des pouvoirs publics

A l'exception des Etats-Unis où le mouvement est à l'initiative d'entrepreneurs et investisseurs, dans tous les pays où la construction industrialisée s'est développée, les pouvoirs publics y ont joué et jouent encore un rôle considérable. La mutation est si lourde que sans cet aiguillon, elle est inenvisageable.

Au Royaume-Uni, face au déficit de constructions, le gouvernement demande au Construction Leadership Council un rapport sur la transformation du secteur. Celui-ci le délègue à Mark Farmer, dirigeant du cabinet de conseil en construction Cast. Publié en octobre 2016, le rapport intitulé *Modernise or Die* lance un appel en faveur des méthodes modernes de construction. Il fait grand bruit et a été suivi par plusieurs rapports parlementaires. Depuis le gouvernement encourage le secteur via des commandes publiques en construction industrielle dans le domaine des hôpitaux, des écoles, des infrastructures. Son fond d'investissement pour la construction de nouveau logement, Home Building Fund administré par Homes England, a récemment investi 33 millions d'euros de fonds propres et de dettes dans Urban Splash aux côtés du japonais Sekisui pour aider l'entreprise à développer son activité. La commande publique est également l'outil utilisé par le ministère saoudien du Logement qui a signé un accord avec Katerra pour la construction de 4 100 maisons individuelles dans tout le royaume. Le rapprochement a été facilité par le fait que Vision Fund actionnaire de Katerra compte comme investisseur principal le fonds souverain d'Arabie Saoudite. Au Royaume-Uni, l'objectif affiché par le gouvernement est de 100 000 logements construits de manière industrialisée d'ici 2020, soit environ 25 000 sachant qu'environ 170 000 logements neufs sont livrés chaque année dans le pays[55]. L'essor suédois de la construction industrialisée peut être tracé jusque dans les années soixante lorsque le gouvernement lança un programme en faveur de la construction d'un million de maisons. A cette époque Lindbäcks produisait déjà des milliers de maisons par an en usine, sans logiciels, ni robots toutefois.

[55]Ministry of Housing, Communities & Local Gouvernment, September Quarter 2018

Singapour a une approche proactive de la réglementation applicable à la construction pour accélérer son industrialisation. L'organisme gouvernemental Building and Construction Authority travaille avec l'industrie pour augmenter sa productivité en encourageant l'adoption de la conception numérique et du préfabriqué volumétrique. Depuis novembre 2014, il est obligatoire de recourir au préfabriqué volumétrique pour 65% de la superstructure des tours dans des parcelles définies par le gouvernement. En 2016, le BCA a également introduit un fonds d'aide de 165 millions d'euros en faveur de la formation de la main-d'œuvre et de l'adoption de nouvelles technologies. Le BCA compense jusqu'à 100% du surcoût lié au recours aux technologies industrialisées sur les marchés publics et jusqu'à 50% pour des opérations privées. Les données sur la construction, jours-homme et coûts, sont collectées er étudiées par l'organisme pour chaque chantier.

En Belgique des organismes de filières aidés par l'Etat, comme l'Institut belge de recherche en construction, encouragent volontairement la recherche de productivité. En dépit d'un coût du travail supérieurs de 4% à ses voisins français, allemand ou néerlandais, les coûts unitaires salariaux du secteur de la construction sont 15% inférieurs grâce à une très forte productivité. Le pays s'est spécialisé dans la préfabrication béton, un tiers du béton utilisé en Belgique répondant à ce mode de production. Cette productivité offre une compétitivité internationale puisque le pays exporte entre 30 et 40% de sa production.

3. Les bénéfices à attendre d'un développement de la construction industrialisée en France

Les nouvelles méthodes de construction ne sont pas des méthodes anciennes remises au goût du jour. Il s'agit d'un cheminement suivi par l'intégralité de l'industrie manufacturière depuis près d'un demi-siècle et largement accéléré depuis une quinzaine d'années grâce aux outils logiciels. Il ne s'agit donc pas de se demander pourquoi ce qui n'a pas marché dans les années soixante-dix marcherait aujourd'hui. Il est évident que l'industrialisation de la filière de construction française permettrait d'envisager une plus grande conservation de la valeur sur le territoire national et jouerait un rôle central dans la production supplémentaire de logements neufs, en lien avec des politiques de densification et de renouvellement urbain. La valeur créée par les gains de productivité pourrait alors être redistribuée aux clients sous forme de baisse des prix, par des prestations supplémentaires dans les logements (personnalisation…), aux employés sous forme de salaires plus élevés, aux sous-traitants sous forme de marges plus importantes.

La construction regroupe plusieurs activités principales : les travaux de construction spécialisés (installation électrique, plomberie, maçonnerie, etc.), le génie civil (infrastructures, ponts, tunnels, etc.), la construction de bâtiments et la promotion immobilière. La première est celle qui pèse le plus avec 60 % du chiffre d'affaires et 70 % de la valeur ajoutée de la construction[56]. C'est un secteur intensif en emploi. S'il ne représente que 8 % du chiffre d'affaires de l'ensemble des entreprises des secteurs principalement marchands non agricoles et non financiers, il pèse pour 11 % de l'emploi salarié. C'est aussi l'enjeu essentiel de ce développement de l'industrialisation de la construction. La construction industrialisée pèse moins de 1 milliard sur cet ensemble de 289 milliards dont la moitié est dédiée à la construction neuve.

3.1 Construire plus efficacement

La recherche de gains de productivité est à l'origine de la très grande majorité des démarches d'innovation et de changement. L'industrialisation de la construction n'y échappe pas. Les gains de productivité avancés aujourd'hui sont hypothétiques et dépendent d'un faisceau de facteurs. En ce sens les exemples étrangers comme Singapour qui évoque des performances de 20% ne sont pas directement transposables.

De même qu'il ne faut pas s'extasier sur de potentiels gains spectaculaires, il ne faut pas non plus s'arrêter sur les surcoûts actuels que représentent ces technologies. Le chiffre de 15 à 20% de coût supplémentaire par rapport au mode constructif traditionnel revient dans près de

[56]Insee Références, édition 2016 - Fiches sectorielles - Construction

onze interviews avec des décideurs d'entreprises de promotion ou de construction. Il est aussi cité dans la littérature[57]. Il est plus important dans les pays émergents du fait de la disponibilité d'une main d'œuvre bon marché pour la construction traditionnelle. Le surcoût avancé pour les projets chinois est entre 31 et 81%. Ceci explique qu'en Chine, la part de marché de la construction industrialisée plafonne en dessous de 2%, très éloignée de la cible du gouvernement[58]. Ce dernier avait en effet pour ambition que le ratio de préfabrication dans l'industrie de la construction atteigne 30% en volume d'ici 2020 par le biais d'une série de mesures incitatives, telles que l'allocation de droits à construire supplémentaires et d'aides financières. Mais l'industrialisation a un horizon de moyen-terme et il faut du temps pour rôder une usine, le réseau de fournisseurs et la chaîne logistique. Vues les difficultés structurelles du secteur de la construction dans son organisation actuelle, nul doute que l'écart finira par se résorber voire s'inverser.

Les questions plus cruciales sont bien celles de la localisation et de la répartition de la valeur avant de s'interroger sur la redistribution d'éventuels gains de productivité.

3.1.1 Glissement de la valeur

L'analyse des différents lots de la construction met en avant le gros œuvre qui représente plus de 60% du coût global. La maçonnerie en représente le coût principal (45%) devant la charpente et les structures métalliques (5%). Viennent ensuite les cloisons et l'isolation des toitures et des murs qui atteignent, dans la plupart des logements collectifs, chacune plus de 5% du coût global de la construction. Les fenêtres représentent le principal coût dans les menuiseries pour logements collectifs dont le coût s'élève à légèrement plus de 10%. Il en va de même pour les équipements d'électricité et de chauffage. Les revêtements intérieurs sont plutôt de l'ordre de 8%, la plomberie s'établissant à 5% du coût total de construction. Pour chacun de ces lots, une partie de la valeur est déjà produite en dehors du chantier. Elle atteint un maximum pour les menuiseries alors qu'elle est la plus faible pour la maçonnerie. Mais cela est très lié au choix du béton. Une analyse comparative[59] entre France, Allemagne, Italie et Danemark avait montré que le ratio entre le coût de la pose et le coût total était de 66% en France pour le béton banché[60] mais moins de 50% en Allemagne ou en Italie où la brique domine. Dans la construction bois, le ratio de valeur incorporée sur le chantier descend en-dessous de 25%. C'est donc une partie conséquente de la marge qui est transférée en amont.

[57]McKinsey, *Modular construction: From projects to products*, Juin 2019

[58]Mao et al., *Cost analysis for sustainable off-site construction based on a multiple-case study in China*, in Habitat International 57:215-222, October 2016

[59]Analyse du coût des matériaux et équipements de construction en France, Danemark, Allemagne et Italie Alcimed et Pulca, Juillet 2012

[60]En France, 60% des logements collectifs (de 20 à 50 logements) voient leurs murs porteurs constitués de béton banché, contre 32% en bloc béton et seulement 7% en briques creuses et pleines. Etude de l'Agence Qualité Construction « L'évolution des parts de marché des produits et matériaux de la construction »

Notons que si la partie du chantier liée aux fondations et aux parkings reste nécessairement réalisée sur site, une structure plus légère permet d'envisager des fondations moins profondes.

Les fabricants de matériaux (3 à 6% de marge) - Le chiffre d'affaires hors taxes de l'industrie française des matériaux de construction s'élève à 11 milliards d'euros pour le béton et granulats[61], 4 milliards euros pour les matériaux de construction en bois[62], 2,4 milliards d'euros pour le ciment[63], 900 millions d'euros pour les tuiles et briques[64], 718 millions d'euros pour les matériaux de construction en céramique (réfractaires, carreaux et carrelages, sanitaire)[65]. Le bâtiment est le premier marché des matériaux de construction loin devant les travaux publics et l'industrie avec 10 milliards de consommation de matériaux[66]. Ces dix milliards représentent 23% du chiffre d'affaires global hors taxe de la construction neuve. En y ajoutant les isolants – la seule filière du polystyrène expansé représente 400 millions d'euros de chiffre d'affaires - , les charpentes et autres éléments métalliques - 3 milliards de chiffre d'affaires en France[67] -, on s'approche de quatorze milliards d'euros, soit un tiers du chiffre d'affaires hors taxe de la construction neuve, cohérent avec l'estimation de valeur ajoutée produite hors du chantier.

Les différents industriels des matériaux sont de plus en plus tentés de proposer des sous-ensembles pour la construction[68]. Certaines entreprises artisanales de charpente, voire de la scierie comme Pivetau, sont passées en vingt ans de l'ossature bois au panneau en intégrant l'isolant et les menuiseries et vont maintenant plus loin en produisant dans leur atelier des modules complets sur lesquels viennent travailler leurs collègues électriciens, plombier, plaquistes. Il en va de même pour les spécialistes de la charpente métallique. Ayant investi dans des outils industriels, ces entreprises tendent à se spécialiser. Cette spécialisation est également constatée pour les constructeurs de maisons individuelles présents sur le marché de la construction bois, même s'ils ne parviennent toujours pas à obtenir des effets volume suffisants pour faire baisser les prix, à l'exception des maisons en bois en kit pour auto-constructeurs. Dans la filière de construction bois, 42% des employés sont sur la mise en œuvre, 32% la fabrication et 22% la conception technique[69]. En comparaison, pour les constructeurs de maisons individuelles en parpaing, la conception rassemble seulement 15% des effectifs, le reste étant dédié à la mise en œuvre sur chantier. Conscients des changements que cela peut représenter pour leur activité, les cimentiers et fabricants de

[61]Unicem / Union nationale des industries de carrières et matériaux de construction
[62]Union des Industriels et Constructeurs Bois / UICB
[63]Syndicat français de l'industrie cimentière
[64]FFTB / Fédération Française des Tuiles et Briques
[65]Confédération des Industries Céramiques de France
[66]Centréco, *L'industrie des Matériaux de Construction en région Centre Val de Loire Gros œuvre, second-œuvre et décoration*, septembre 2016, 52 p.
[67]SCMF / Syndicat de la Construction Métallique de France
[68]France Bois Forêt et le Codifab, *Enquête nationale 2014*, octobre 2015
[69]France Bois Forêt et le Codifab, *Enquête nationale 2016*, octobre 2017

bétons type Lafarge, Cemex ou Vicat se posent de plus en plus de questions sur la stratégie hors site des constructeurs.

Les groupes spécialisés (5 à 15% de marge) - Les groupes français spécialisés dans la préfabrication sont en nombre relativement réduit. Le plus important d'entre eux est Groupe GA fort de 750 collaborateurs et de 300 millions d'euros de chiffre d'affaires en 2018, même si une partie indéterminée provient de l'activité de promotion et non de construction. Sa particularité est d'être majoritairement, à hauteur de 60%, détenu par ses collaborateurs. L'entreprise a fait l'acquisition en janvier 2018 d'Ossabois, leader de la construction bois avec son système constructif à ossature bois (38 millions d'euros réalisés avec 180 salariés en 2016), démontrant un mouvement de concentration du secteur. Avec les trois sites de production d'Ossabois, le groupe consolidé compte désormais huit usines réparties sur le territoire (Occitanie, Rhône-Alpes, Normandie, Grand Est). Cougnaud Construction est le leader de la construction modulaire industrialisée en France avec 1 350 salariés et 278 millions d'euros de chiffre d'affaires dont les deux tiers sont issus de l'activité de construction. Ses usines sont implantées en Vendée. On peut aussi citer OBM Construction Bois comptant 180 personnes et 70 millions d'euros de chiffre d'affaires. Un autre fabricant français de modulaire est GSCM (Groupe Solfab Constructions Modulaires) qui rassemble Bodard racheté en 2017, Solfab à Nantes et Decortes à Lyon. L'entreprise compte 230 salariés qui génèrent 47 millions d'euros de chiffre d'affaires. Les sociétés Socopa et Maisons Oxéo, réalisant environ 35 millions de chiffre d'affaires, ont été repris par le fonds D&P comme actionnaire majoritaire en 2011. Le récent mouvement de consolidation chez les spécialistes du modulaire devrait se poursuivre mais ces entreprises familiales souvent anciennes vont devoir investir pour faire croître leur outil industriel. Parmi les entreprises qui se sont récemment lancées, on peut citer le groupe Techniwood, spécialisé dans la fabrication industrielle de panneaux bois, lancé en 2010. Il compte une cinquantaine de collaborateurs pour une quinzaine de millions d'euros de chiffre d'affaires. En 2017, il a doublé sa capacité de fabrication avec l'acquisition de la ligne de production d'ossature bois et charpente B-Logik Woodwall.

Les échecs existent aussi. Bénéteau, le numéro un mondial des voiliers de plaisance a mis un terme à ses activités dans la construction en 2016. Sa filiale BH, spécialisée dans l'habitat résidentiel à ossature bois, a été reconvertie dans la fabrication de mobile homes après avoir enregistré 38 millions d'euros de pertes opérationnelles cumulées entre 2009 et 2016. L'activité n'a jamais été rentable. En dépit d'un très bon taux de satisfaction, le groupe a estimé que le segment de marché n'était pas mûr. Si l'industriel avait su optimiser son outil de production parvenant même à un niveau de prix comparable aux solutions techniques traditionnelles, cela n'a pas fonctionné dans un contexte de pression sur les prix. Arflex a été fondé à Nantes en 2005 et a été déclaré en liquidation judiciaire en 2014. L'entreprise

produisait des cabines de salles de bains en série mais sur mesure qui étaient ensuite livrées clefs en main aux promoteurs et installées en une demi-heure. L'usine a produit jusqu'à cinq mille cabines par an pour des hôtels, des maisons de retraite, des hôpitaux mais elle échouait dans la promotion résidentielle du fait de l'éclatement des pièces techniques. En outre difficile de ne pas évoquer les faillites ou difficultés de nombreux constructeurs de maisons individuelles préfabriquées ces dernières années (Maisons Hibou, Maisons Starbois, Maisons Oregon, Boalia,…). Le trait commun à ces échecs est bien souvent l'accident de trésorerie. Le rapport de force est défavorable aux industriels et les demandes de changement de la part des donneurs d'ordre courantes sans que ceux-ci se rendent compte des conséquences en amont. Certains acteurs comme les charpentiers métalliques semblent mieux armés face à ces changements contractuels alors que les industriels du bois semblent plus arrangeants.

Les entreprises générales (2 à 5 % de marge) - Pour les entreprises générales de construction, cette évolution vers la construction industrialisée est une question cruciale. Si les fournisseurs de matériaux montent en gamme et en valeur, il y a un risque d'être relégué au rôle de simple ensemblier comme les constructeurs automobiles le sont devenus par rapport aux équipementiers. Néanmoins la faiblesse des marges des constructeurs incite à penser que seuls les plus gros d'entre eux vont se lancer dans une démarche d'industrialisation. Ceux-ci maîtrisent déjà des solutions industrialisées comme le poteaux-dalles pour la construction de bureaux.

Eiffage Construction a entamé une réflexion autour de la construction modulaire il y a une dizaine d'années en créant en juillet 2008 une filiale dédiée à la fabrication de modules à Haute Valeur Ajoutée. C'est sous la marque HVA-concept qu'Eiffage Construction Industries commercialise ses modules espace bain produits. Le site de production situé à Fresnay sur Sarthe produit 4 000 modules par an dont la majorité ont été conçus sur-mesure. Pour que l'industrialisation soit rentable, la taille minimale d'une série est de 70 à 80 unités. L'usine et le bureau d'étude comptent 140 salariés En février 2019, le groupe a racheté trois sites de production de l'entreprise Charpentes Françaises, un leader de la structure bois en France et des murs à ossature bois pour maisons individuelles et logements collectifs. L'entreprise avait été placée en redressement judiciaire suite à la perte des garanties de facilités de crédit accordée par son actionnaire. Enfin, en juillet 2019, le groupe Eiffage a racheté B3 EcoDesign, une entreprise spécialisée dans la construction modulaire à partir de containers maritimes dits de dernier voyage. Créée en 2010, B3 EcoDesign est implantée à Chartres-de-Bretagne et compte 38 salariés. L'entreprise occupe plus de 4 000 m² sur l'ex-site PSA de Rennes. Après avoir réalisé plus d'une centaine de maisons individuelles, la société s'est lancée dans l'habitat collectif.

Vinci Construction France a regroupé au 1er janvier 2018 toutes ses activités liées au bois dans sa filiale Arbonis qui se définit comme un concepteur-constructeur bois. Celle-ci réalise 48 millions d'euros de chiffre d'affaires avec 250 collaborateurs. L'entreprise compte quatre sites de production à Verosvres (71), Péguilhan (31), Chemillé (49) et La Charité-sur-Loire (58). La réflexion sur l'automatisation est bien avancée avec l'arrivée de compétences venues de l'industrie automobile permettant de mesurer le temps de panne, de disponibilité machine, la productivité. L'enjeu est la centralisation des activités, l'éparpillement occasionnant des coûts importants.

Les conséquences sur l'emploi ne sont pas anecdotiques. McKinsey estime qu'une usine de 1 000 unités avec un degré d'automatisation normal se traduit par une baisse de 40% du nombre d'emplois par unité de logement produite.

Les artisans (3 à 5% de marge) - Une étape intermédiaire pourra prendre la forme d'usines éphémères. Une résidence étudiante de 70 places composée d'une quarantaine de modules sur quatre niveaux à Antibes a ainsi été assemblée dans une usine éphémère située à 5 kilomètres du chantier. Ces sites de production ne répondent qu'à un des trois éléments de l'industrialisation de la filière. La production est centralisée dans un site à l'extérieur du chantier où viennent travailler à tour de rôle les différents corps d'état. Un bureau d'études ou un architecte surveillent la production en essayant d'avoir un planning mieux maîtrisé. La présence de friches industrielles en bordure des grandes villes permet d'envisager de tels sites avec des coûts de location très faibles. Néanmoins ces sites sont très faiblement automatisés, les processus numériques sont nécessairement partiels et les méthodes de gestion au plus juste absentes empêchant une capitalisation des savoirs. Les gains de productivité sont donc limités. Il y a fort à parier que la construction hors-site accentuera la spécialisation de la filière de la construction, les entreprises de plus petite taille se tournant davantage vers la rénovation et les travaux spécialisés alors que la construction deviendra de plus en plus le domaine d'opérateurs de taille moyenne avec une empreinte régionale ou nationale.

Les promoteurs (10% de marge) - Les frontières entre les métiers de fabricant, constructeur, promoteur vont continuer de se brouiller. Les plus gros promoteurs sont tentés de remonter la filière pour répondre à trois enjeux : réduire les délais d'attente qui sont de moins en moins compatibles avec le cours des vies personnelles et professionnelles ; offrir plus d'options de personnalisation pour les futurs acquéreurs ; lutter contre les défauts et la non qualité qui abîme leur image de marque. La difficulté à laquelle ils se heurteront sera le volume d'affaires minimal à obtenir pour justifier économiquement de la création d'une usine. Un lieu de production centralisé nécessite un investissement de plusieurs dizaines de millions d'euros et il faut un minimum de 1 000 unités par an pour en amortir le coût. Le problème de la relation

avec les industriels c'est leur planning de charge notamment avec les risques de calendrier du fait de procédures d'urbanisme aux délais aléatoires.

Les architectes et bureaux d'étude technique (5 à 10% de marge) - Le rôle des cabinets d'architectes est ainsi amené à évoluer en lien avec l'intégration des nouveaux outils BIM. Ils devraient plutôt travailler sur des projets de conception que des projets d'exécution. La phase de suivi de chantier va de plus en plus être automatisée et passer à la main du constructeur. Si la marge de la maitrise d'œuvre par projet va baisser, la créativité ne sera pas remise en question, tant même les immeubles en construction industrialisée ont besoin de s'insérer dans un environnement urbanistique particulier. La partie non visible du produit est standardisée mais les aspects extérieurs sont particuliers à chaque projet. Cette distinction est cruciale, un outil industriel ne peut produire des objets entièrement spécifiques tout en générant des gains de productivité. Certains investissements de la part d'industriels dans les containers répondraient ainsi à l'intérêt d'avoir un format standard dont le gabarit contraint ne peut être discuté par les cabinets d'architecte.

Les services annexes - La logistique associée aux chantiers est une composante structurante du transport de marchandises en ville. Elle représenterait plus de 9% du chiffre d'affaire net du secteur[70]. Sa part dans le chiffre d'affaires du secteur ne devrait pas évoluer mais les services requis vont évoluer. Plutôt que des déplacements d'ouvriers ou de matériaux pondéreux, il sera fait appel à des camions déplaçant des modules de grande taille, ce qui implique déjà des convois exceptionnels de catégorie 2 (largeur supérieure à 3 mètres) ou catégorie 3 (largeur supérieure à 4 mètres). L'internalisation des ces véhicules de transport spécifiques est aussi une piste à l'étude chez certains fabricants. Les engins de portage mobilisés sont également différents, pas nécessairement au niveau du poids des objets levés mais des volumes. Les coûts logistiques déterminent la localisation des sites de production. Une usine en Bourgogne pourrait ainsi à la fois desservir le bassin parisien et le couloir rhodanien plutôt qu'avoir deux sites de production plus locaux mais avec des charges foncières plus élevées.

3.1.2 Localisation de la valeur

Déficit commercial - Le secteur de la construction s'est longtemps caractérisé par une valeur ajoutée locale très importante lié aux demandes de rapidité de livraison et au caractère pondéreux des matériaux - il est souvent avancé le chiffre de 30 à 35 kilomètres comme limite maximale pour le transport du béton -, mais cela tend à évoluer. Les importations de matériaux de construction et produits minéraux divers, soit 4,4 milliards pour l'année 2018, ramenées sur

[70]ASLOG (Association française pour la logistique) réunit environ 1 500 membres appartenant à tous les métiers de ce secteur d'activité. Elle mène des enquêtes sur la logistique des entreprises en France. L'enquête de 2005-2006 a estimé le coût logistique global moyen pour le BTP à 9,3% du chiffre d'affaires net.

le total du chiffre d'affaires du secteur, s'élèvent à 15%[71]. Les exportations plafonnent. Au total, le déficit commercial est structurel, s'établissant à près de 1,9 milliard d'euros pour les matériaux de construction et produits minéraux divers et 1,5 milliard d'euros pour les éléments en métal sur les douze derniers mois, en hausse de près de 50% en dix ans[72]. Les échanges restent concentrés sur quelques produits, notamment les tuiles et briques, les laines minérales isolantes, les articles céramiques réfractaires. La seule filière bois, allant au-delà des seuls matériaux de construction[73], affiche un déficit de 1,5 milliard d'euros sur les douze derniers mois, en forte progression. Un quart de ce déficit se trouve avec l'Allemagne. La domination de l'Autriche sur le bois lamellé croisé, qui détiendrait 60% de la production européenne selon Pfeifer, se confirme avec 50 millions d'euros d'exportations pour les éléments de menuiserie et de charpente vers la France. Ce qui nous guette c'est le même phénomène que dans l'agriculture. Le manque de compétitivité industrielle a pénalisé l'agro-alimentaire, en dépit d'une production de matière première importante, et la France désormais à une balance commerciale déficitaire avec le reste de l'Union européenne.

Il ne s'agit pas seulement d'une compétition coûts. La concurrence des importations à bas prix, en provenance notamment d'Asie, se limite aujourd'hui à la céramique et la taille de pierre mais une concurrence intra-européenne forte a émergé sur la menuiserie ou la coupe du bois avec des pays où les coûts unitaires salariaux sont identiques. La balance commerciale des portes, fenêtres et fermetures est largement déficitaire puisque la France en importe six fois plus qu'elle n'en exporte[74], soit 658 millions d'euros. Les importations de ces produits représentent un dixième de la production française. La moitié des achats à l'extérieur du pays concernent les produits en métal notamment en Allemagne, en Italie et au Portugal, un quart les produits en matières plastiques, là aussi principalement d'Allemagne, et enfin un dernier quart pour les produits en bois, principalement issus du Danemark.

Risque de délocalisation - La généralisation d'usines de module laisse imaginer des processus de délocalisation de la valeur avec l'importation depuis les pays du marché unique (Portugal, Pologne, Roumaine, République tchèque) ou d'autres zones géographiques (Chine, Maroc) de modules intégrant toujours plus de valeur ajoutée. En 2010, la résidence étudiante CROUS A'Docks était inaugurée au Havre. L'appel d'offre avait été remporté par la société Newden Design qui a obtenu le marché avec le constructeur Vinci-GTM. Constitués d'un plancher bois

[71]Le marché français du ciment compte 29 cimenteries employant 5 000 personnes auxquelles s'ajoutent en aval 67 000 emplois directs dans la filière béton. La consommation de ciment en France se répartit en un tiers pour les travaux publics, un tiers pour les logements neufs et le reste pour la rénovation des bâtiments existants et l'immobilier neuf non résidentiel.
[72]Déficit cumulé de 2,3 milliards en 2009 (source Douanes)
[73]Comprenant les postes 1623 (Autres éléments de menuiserie et de charpente), 1610 (Bois, sciés et rabotés), 1621 (Panneaux et placages à base de bois) et 1622 (Parquets assemblés) de la classification des produits français, base de données des Douanes.
[74]INSEE, *La production des portes, fenêtres et fermetures en France, une spécialisation sur l'aluminium*, Insee Focus n°120, 19 juillet 2018

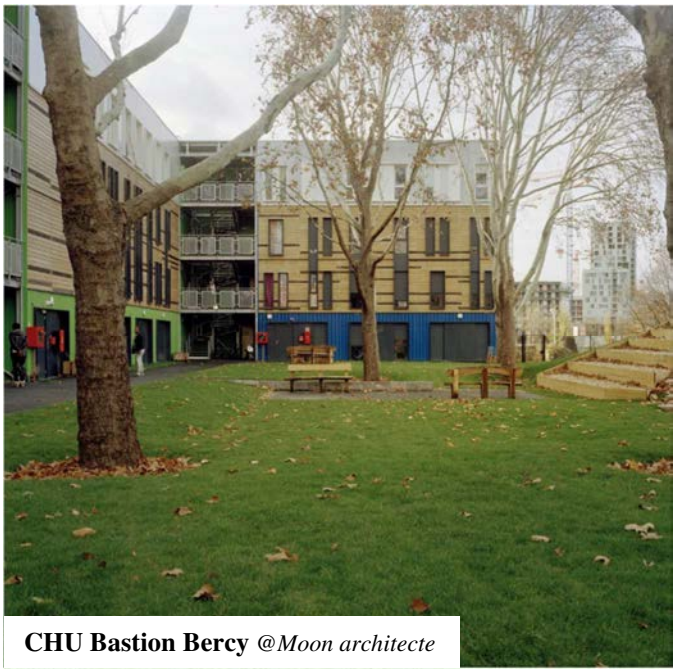
et de tôle nervurée qui constitue l'ossature principale, les conteneurs ont été achetés neufs et importés de Chine. De là, ils ont servi au transport de marchandises avant d'être recyclés. Alors que le coût total de revient aurait dû être inférieur de 25% à celui d'une résidence traditionnelle, il s'est avéré qu'il était en fait égal voire légèrement plus élevé, en l'occurrence 4,8 millions d'euros. En raison de l'impératif de vitesse des travaux, la résistance structurelle du conteneur maritime et sa stabilité au feu d'une demi-heure n'ont pu être testées. Il a donc fallu édifier une charpente métallique pour porter chaque conteneur de façon indépendante[75]. Des soucis d'isolation thermique, phonique et d'étanchéité avaient également été relevés.

Cette construction marquait le lancement d'une série de constructions similaires. Il y eut par exemple la résidence universitaire de 131 appartements développée par Akerys à Reims, 1 rue Docteur Bienfait, achevée en 2014 dont les containers venaient de Guandong, Chine. Après la pose des modules, le concepteur-réalisateur NeoBeit a assuré leur couverture et étanchéité, l'isolation thermique et un bardage métallique. Ce projet de 4 256 m² de surface de plancher a coûté environ 400 dollars par m² achevé pour la structure en containers[76]. En estimant une valeur de projet de 12 millions d'euros, taxes compris, en se basant sur le prix de vente unitaire de 90 000 euros et sur un coût lié au chantier de 50%, la valeur délocalisée est inférieure à 5%.

[75] *Conteneurs maritimes transformés en logements étudiants*, in Les cahiers techniques du bâtiment, 01 avril 2011
[76] http://www.prefabmarket.com/c/reims-france-shipping-container-apartments/

Mais ce pourcentage faible est appelé à s'accroître au fur et à mesure que les modules deviennent plus complets avec notamment les sanitaires et l'ameublement. Série Flex a été créée en 2015 par deux promoteurs immobiliers, Groupe Hoche et Pitch Promotion appartenant au groupe Altarea Cogedim. Cette société s'est associée à Koma Modular, un fabricant industriel tchèque dont elle a obtenu une certification de respect de l'ensemble des normes françaises, sécurité incendie, normes acoustiques, normes électriques (C15-100) et thermiques (RT2012). Les bâtiments conçus sont sous garantie décennale. L'usine de fabrication des modules en République Tchèque s'étend sur 18 000 m² avec 200 salariés, pour une capacité de production mensuelle de plus de 72 000 m² de bâtiment, soit 2 500 modules. 80% de cette production part à l'export. L'intégralité des bâtiments est conçue et réalisée dans le cadre d'une démarche BIM. En utilisant ce procédé, Série Flex a notamment construit en 2017 un centre d'hébergement d'urgence pour 308 personnes, situé au Bastion Bercy, dans le 12e arrondissement de la capitale. Le coût au mètre carré de 1 200 euros ne comprend pas d'arrivée d'eau dans les chambres mais le câblage électrique et la ventilation ainsi qu'un traitement acoustique des vitrages. Le bâtiment de 226 modules de 11 par 2,5 mètres représente 5 160 m² de surface de plancher. Il a coûté six millions d'euros. En prenant une hypothèse conservatrice des prix catalogue des modules en question, ce serait potentiellement 1,5 million d'euros soit 25% du prix de l'immeuble qui aurait été produit hors du territoire national.

Hotel Annex Rueil-Malmaison @ *Koma Modular*



CHU Bastion Bercy @*Moon architecte*

Avec un total cumulé supérieur à 6 milliards d'euros, le secteur de la construction hors énergie participe aujourd'hui à hauteur d'un cinquième au déficit de la balance commerciale de la France. A ce calcul doit s'ajouter la part des salaires versés aux travailleurs détachés et non

consommés sur le territoire national qui contribue défavorablement à la balance des paiements. Ce chiffre pourrait sérieusement se dégrader avec l'importation de modules complets depuis l'étranger. Avec seulement un taux de pénétration de 1% sur le marché de l'habitat (logements et résidences gérées) soit 4 700 unités, et en retenant un coût de fourniture de modules équivalent à un tiers du coût de construction, cette balance s'amplifierait de 200 millions d'euros. L'enjeu est donc bien la mise en place de filières industrielles locales.

3.2 Construire plus vite et plus respectueusement

Au-delà du prix, la qualité principale de la construction industrialisée, c'est l'amélioration de la rapidité des délais de construction. Les chantiers durent moins longtemps. Entre 80% et 95% des travaux sont réalisés en usine, un mode opératoire permettant d'opérer simultanément différentes étapes d'un chantier qui traditionnellement se succèdent. L'industrialisation du processus de production et surtout d'assemblage réduit le risque d'imprévus et permet donc d'avoir des chantiers plus prévisibles.

Ainsi il n'aura fallu que cinq mois de travaux pour faire émerger A'Docks, c'est-à-dire deux fois moins que le délai attendu en méthode constructive traditionnelle. A Bègles, une résidence de 21 logements étudiants inaugurée en 2011 par Kiha Conception en conteneurs maritimes recyclés a duré moins de trois mois. A Reims, les modules ont été produits en Chine en 78 jours, le transport maritime prenant 50 jours environ, pendant ce temps les fondations étaient préparées. Le chantier n'a duré que six mois. En Allemagne, dont les conditions de construction sont relativement similaires à la France, Vonovia a construit un bâtiment d'une trentaine de logements avec 65% du travail réalisé hors-site. Les modules proviennent d'une usine située à 120 km, où les murs étaient carrelés et où une douche, un lavabo et des toilettes ont été installés. Les travaux de construction ont commencé début janvier 2019 et les premiers locataires sont prêts à emménager en octobre 2019. La durée de construction a été divisée par deux.

Le fabricant de salles de bain HVA estime quant à lui que la commande de modules pour un hôpital de 100 chambres fait gagner trois mois de travail au chantier en moyenne. Au-delà des douches cela concerne également les blocs sanitaires. Bouygues Construction s'est engagé à livrer les 30 000 m² de bureaux de Biotope à Eurallile en 15 mois, soit 3 à 6 mois de moins que la durée habituelle requise. Le maître d'œuvre a donc fait appel à Ossabois, qui a dû préfabriquer l'ensemble des 76 modules sanitaires avec pour objectif de gagner entre 2 et 3 mois sur le cycle complet. Le bloc entier ne pouvant être transporté par camion, il a fallu le scinder en trois blocs de dimension moyenne de 6 mètres par 4. Il a ensuite fallu planifier les livraisons de façon à les insérer parfaitement dans le cycle de production. Dans le cadre de son initiative, Marriott investit considérablement dans l'utilisation de la technologie modulaire

pour la construction. Les nouvelles chambres de Marriott sont assemblées entièrement hors site. Elles arrivent sur le site de construction entièrement construites, avec un lit, un bureau et des toilettes, des draps et des oreillers dans le placard et une télévision haute définition prête à être visionnée. La chaîne d'hôtellerie envisage de réduire de quatre à six mois les délais de développement habituels de 12 à 14 mois.

A rebours, ce mode constructif rend le temps d'attente pour les permis de construire moins justifiable. Le passage au 100% BIM qu'il requiert va de pair avec une digitalisation du processus d'instruction des permis. Il impose également un changement pour l'étude des dossiers d'urbanisme en s'attardant sur le fond. Il invite aussi à plus penser en terme d'ilots d'aménagement plutôt que de lots épars. C'est à cette condition de volume que les bénéfices peuvent être obtenus.

Les réductions des nuisances de chantier en volume, bruit lié aux outils notamment percussifs et aux transports, pollution aérienne notamment sous forme de poussières et sciure ainsi que l'emprise au sol pour les bases vie et les instruments de levage, et en durée, a un effet certain sur l'acceptabilité de la construction neuve par les riverains. De manière plus anecdotique, les coûts liés à la sécurisation des chantiers (caméras, alarmes, gardiennage), qui sont en forte hausse, devraient également baisser.

3.3 Construire mieux

Un autre avantage de la construction industrialisée régulièrement avancé est la maitrise de la qualité. D'une part, la conjonction d'une maquette numérique et de machines industrielles permet de dessiner des pièces de la plus grande précision, avec une plus faible tolérance et s'adaptant parfaitement à l'environnement. D'autre part, les processus industrialisés permettent de s'assurer que la qualité est constante. À l'instar des chaînes de montage industrielles utilisées dans d'autres secteurs, il est possible d'identifier les problèmes de qualité dès que les modules sortent de la chaîne de montage et trouver des solutions avant même leur expédition sur le site. A condition que les contrôles soient permanents, rattraper une erreur est beaucoup plus simple dans cet environnement que sur un chantier. Alors que les normes (RE2020) exigent une amélioration considérable de la qualité intrinsèque des bâtiments, la construction industrialisée contient des réponses.

L'amélioration de la qualité passe aussi par l'amélioration des conditions de travail. Sur une chaîne de production, les produits sont amenés par des machines ou des instruments de manutention jusqu'au poste de l'opérateur sans que celui-ci ne doive porter lui-même des charges lourdes. Une division du travail s'opère entre les ouvriers les plus qualifiés souvent en charge de l'assemblage sur site alors que des personnes non qualifiées et des travailleurs à mobilité réduite peuvent rejoindre une usine. C'est aussi un bon moyen de lutte contre la

sous-féminisation des métiers de la construction. L'usine HVA affiche ainsi un taux de féminisation de la fonction de production de 35%. Le bruit est largement atténué car les tâches les plus bruyantes sont réalisées à l'intérieur de machines phoniquement isolées. L'usine du britannique Balfour-Beatty à Wednesbury, ouverte en 2011, a ainsi réussi à éradiquer les bruits supérieurs à 85 décibels et à supprimer 90% des déplacements manuels de charge lourde.

Cette promesse de qualité est cruciale et déterminera l'adhésion des assureurs à ces nouvelles technologies. Au Royaume-Uni, une étude devrait être prochainement publiée par le CIRIA (Construction Industry Research and Information Association) pour évaluer si cette promesse de qualité est avérée. Construire mieux aujourd'hui c'est limiter le risque de litiges post construction, les demandes de reprise et le recours aux assurances décennales par exemple. C'est donc faire baisser le coût de l'assurance dans la construction en amont et les frais juridiques en aval, la valeur créée étant au bénéfice du constructeur, du promoteur ou du client.

3.4 Construire plus durablement

L'un des bénéfices les plus certains de la construction industrialisée est d'être plus durable. Durable parce qu'évolutive et durable parce que moins gourmande en ressource.

Nous ne pouvons penser les bâtiments comme des objets immobiles qui finissent par contraindre les usages. Pour éviter qu'ils ne deviennent un fardeau pour les générations futures dont nous ignorons les modes de vies, les espaces doivent être plus fluides pour être capables d'être recomposés. Au fil de leur évolution, les bâtiments modulaires peuvent être agrandis ou réduits. Cette flexibilité est d'ailleurs l'une des raisons pour lesquelles le monde médical a tant recours à la construction industrialisée pour ses bâtiments. On peut notamment citer un bâtiment de 6 135 m², regroupant un ensemble de bureaux et de laboratoires pour l'Institut Gustave-Roussy à Villejuif construit en 7 mois par Cougnaud. Certains bâtiments peuvent même être déplacés d'un site à un autre après une occupation temporaire du foncier. C'est le cas d'un centre d'hébergement d'urgence qui sera bâti par Quartus en attendant de démarrer le chantier d'un bâtiment d'habitation. Les modules pourront ensuite être déplacés ailleurs.

L'empreinte carbone de la construction industrialisée est meilleure. La valorisation des déchets est plus facile en usine. Des processus de recyclages des matériaux mais aussi des consommables comme l'eau peuvent être réutilisés ou fonctionner en circuit fermé. A matériau équivalent, une étude[77] estime que les émissions de gaz à effet de serre peuvent être réduites de 9% par mètre carré dans le cadre d'une construction industrialisée. En outre, la construction

[77]Mao, ibid

industrialisée repose sur une part plus importante de matériaux bois et métal avec un meilleur bilan carbone que le béton (1 800 kg de CO_2 par tonne d'acier, 300 kg de CO_2 par tonne de verre, environ 150 kg de CO_2 par tonne de béton et 50 kg de CO_2 par tonne de bois). Les émissions liées à la production de béton représentent aujourd'hui 6 à 7 % des émissions mondiales de CO_2. Dans une étude de cas sur le fabricant britannique Yorkon, l'association Wrap avance le chiffre de 90% de déchets en moins. Yorkon ne produit que 1,8% de déchet au cours de son processus de fabrication dont les deux-tiers sont réutilisés ou recyclés[78]. En outre, un container transformé en logement après plus de huit années d'utilisation comme outil de transport est réputé avoir été amorti du point de vue de son empreinte carbone. Un avantage plus mineur est qu'en se rendant chaque matin dans le même site de production, les opérateurs font en moyenne moins de kilomètres. La ville de Stockholm demande cette information désormais pour calculer un impact carbone complet. A l'inverse, le transport des éléments préfabriqués peut être plus important que celui d'un chantier en filière sèche.

Le dernier élément tient à la meilleure gestion des bâtiments. Il n'y a, à l'heure actuelle, aucune donnée permettant d'objectiver cette affirmation. Néanmoins l'idée d'une meilleure qualité de production initiale et de la capacité de remplacer un des modules défectueux ou obsolètes permet d'imaginer une durée de vie plus importante et des coûts de maintenance réduits.

[78]WRAP, Offsite Construction Case Study Waste Reduction Potential of Offsite Volumetric Construction, 2015

4. Quatorze propositions pour le développement de la construction industrialisée en France

La construction industrialisée est une opportunité à ne pas manquer pour répondre aux défis des villes de demain. Dans tous les pays ayant adopté ce nouveau mode constructif, qu'elles que fussent leurs motivations, les pouvoirs publics ont joué un rôle essentiel. Il ne suffit pas de vanter les bienfaits de la construction industrialisée mais de prendre concrètement des mesures pour soutenir le développement de ces technologies.

4.1 Révéler le juste coût de la construction

La construction industrialisée a des avantages indéniables comme le prouve les exemples étrangers. Néanmoins ces avantages ex post ne peuvent être valorisés que si le juste coût de la construction est connu lors du choix des promoteurs dans les zones d'aménagement concerté et pour les fonciers publics. Le coût complet de la construction comprend à la fois le coût de la construction mais aussi de l'exploitation.

1 Pour les opérations d'aménagement de grande ampleur, notamment les zones d'aménagement concerté et les fonciers publics avec une surface de plancher supérieure à 5000 m², les promoteurs devraient présenter leurs projets avec le coût détaillé de la construction en binôme avec le futur maître d'œuvre. Cette analyse des coûts serait passée au crible par un économiste de la construction indépendant et représenterait une part minimale de 10% de la note finale en cas d'enchères. Dans le cadre d'une analyse des offres, la production d'une maquette BIM, facilitant ce travail d'étude, serait récompensée par un bonus sur la notation du projet.

A Singapour, il est obligatoire d'afficher les coûts détaillés de construction (jusqu'aux jours-homme) en amont du chantier puis ensuite de faire un retour sur la productivité effectivement atteinte.

2 Pour les opérations d'aménagement de grande ampleur, un relevé statistique comparant la durée réelle des chantiers et la durée présentée lors du dépôt de projet devrait être déposé afin de pouvoir mesurer le comportement de la construction industrialisée vis-à-vis de la construction traditionnelle. La comparaison accompagnée de pénalités en cas de dépassement permettrait de sanctionner les minorations volontaires effectuées pour gagner des concours.

3 Dans le cadre de l'entrée en vigueur prochaine de la réglementation environnementale des bâtiments neufs RE 2020, l'analyse du cycle de vie, définie selon la norme ISO 14040 comme une compilation et évaluation des intrants, des extrants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie, doit être rendue obligatoire. L'empreinte carbone est aujourd'hui l'un des indicateurs les plus fiables dont nous disposons pour lutter efficacement contre le réchauffement climatique. Le renforcement méthodologique du label est indispensable avec l'intégration d'éléments comme le coût de transport des ouvriers ou le réemploi des bâtiments.

4.2 Encourager l'innovation industrielle

La normalisation et la certification en matière de matériaux de construction sont strictes du fait des risques associés à des défauts de qualité. Pour la normalisation, on dénombre, auprès de l'AFNOR, six bureaux de normalisation sectoriels : BNTEC (techniques et équipements de la construction du bâtiment), BNCM (construction métallique), BNA (acier), BNBM (bois et meubles), BNC (céramique), et BNB (béton). Le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) est un établissement public industriel et commercial qui apprécie les procédés, matériaux et équipements destinés à la construction dans un but d'amélioration de la filière. Il assure le secrétariat des groupes spécialisés de la Commission Chargée de Formuler les Avis Techniques (CCFAT). Du fait des enjeux assurantiels, les documents techniques unifiés comme les avis techniques de la CCFAT sont d'utilisation systématique, bien que non obligatoires du point de vue de la loi.

La certification des matériaux de construction est double. Le marquage CE est obligatoire et traduit le respect du Règlement européen des Produits de construction. Le marquage NF est une certification de qualité volontaire traduisant la conformité d'un produit avec les réglementations française et européenne, ainsi qu'à des documents de référence validés par un ensemble d'acteurs. La réglementation peut constituer un frein à la création de nouveaux produits ou alors avoir des produits venant d'autres pays de l'Union européenne et bénéficiant de la seule norme CE.

4 Créer un référentiel de certification pour les éléments préfabriqués dérogatoire du dispositif standard appliqué aujourd'hui pour les avis techniques sur les matériaux car ce dernier est trop long, requiert des expertises multiples et se révèle trop coûteux. Pour que les assureurs garantissent les bâtiments dans les durées prévues par la loi ou au-delà. En raison de l'absence de base de données et d'historique sur ces matériaux, les assureurs

peuvent juger que le risque est trop peu quantifiable et donc trop élevé. Ce référentiel est déjà en cours de discussion au sein du CSTB en lien avec des industriels de la construction industrialisée. Il faut également réfléchir avec les assurances professionnelles comme celle des architectes sur de nouveaux risques comme le risque de défaut en série.

Au Royaume-Uni, le BOPAS (Build Offsite Property Assurance Scheme) a été créé conjointement par Buildoffsite, BLP Insurance, la RICS et le Lloyd's Register. Il a été lancé en 2013 pour offrir aux prêteurs et aux évaluateurs l'assurance que les logements construits selon des méthodes non traditionnelles seront durables au moins 60 ans, sans entretien disproportionné. Les inscriptions à l'accréditation auprès du BOPAS ont été relativement lentes (3 en 2013, 5 en 2014, 4 en 2015) mais ont décollé après le rapport Modernise or Die (11 en 2016, 20 en 2017, 25 en 2018). Une cinquantaine d'enregistrements sont en cours d'analyse. Il s'agit majoritairement de systèmes modulaires. La majorité des fabricants accrédités se trouvent au Royaume-Uni mais des technologies ont été accréditées en Irlande, en Europe de l'Est et en Chine.

5 La constitution d'une base de données par les producteurs de la construction industrialisée est également à envisager. Cette base rassemblerait un ensemble de données pour évaluer la durabilité et la performance des éléments et sous-éléments de construction industrialisée. Sa tenue pourrait être confiée à un acteur tiers.

6 Rendre publiques sur un site internet les dérogations accordées dans le cadre du « permis de faire et d'innover » - institué à titre expérimental par la loi Liberté de création, architecture et patrimoine de 2016 - et du « permis d'expérimenter » introduit par l'article 49 de la loi ESSOC de 2018, qui prévoit des possibilités de déroger à certaines règles de construction (performance énergétique, accessibilité, acoustique, ventilation, risques incendie ou sismique…) sous réserve que les maîtres d'ouvrage apportent la preuve qu'ils parviennent à des résultats équivalents par les solutions qu'ils entendent mettre en œuvre, alors appelées "solutions d'effet équivalent". Une fois la solution attestée par un organisme indépendant et reconnu compétent, le chantier fait l'objet d'un contrôle technique destiné à vérifier la bonne mise en œuvre de la solution innovante.

7 Prendre en compte les sujets de construction industrialisée dans le cadre de la réécriture du livre premier du code de la construction et de l'habitation qui sera formalisée par une seconde ordonnance, prévue pour 2020, prise elle aussi en application de la loi Essoc. Par exemple même si la réglementation incendie (Code de l'urbanisme, le Code

de la construction et de l'habitation et l'arrêté interministériel du 31 janvier 1986 modifié par l'arrêté du 18 août 1986) n'obéit pas à une logique par matériaux, les exigences de stabilité au feu des éléments porteurs verticaux et de degré coupe-feu des planchers et parois séparatives des logements dans les quatre familles de bâtiments d'habitation rend compliquée l'utilisation de solutions industrialisées notamment en bois. Pour que les solutions industrialisées émergent, il faut généraliser des solutions d'effet équivalent (SEE) qui deviendraient des solutions de référence dans le dispositif pérenne. Notons que la loi Elan a déjà traité des sujets spécifiques comme la question de la hauteur des bâtiments en construction industrialisée.

8 Aider, dans le cadre du programme des investissements d'avenir, jusqu'à 10% de l'investissement des dix premières usines portées par tout acteur de la filière avec un objectif minimal de production équivalent à 1 000 logements ou 50 000 m² de surface au sol dans des zones de revitalisation urbaine (ZRU) ou rurales (ZRR).

9 Instituer une démarche de standardisation entre les différents acteurs de la construction industrialisée pour favoriser le développement de formats identiques utilisés par des entreprises différentes.

4.3 Améliorer l'accès à la commande publique

La construction industrialisée a des difficultés à intégrer la procédure traditionnelle binaire, marchés de maîtrise d'œuvre dans un premier temps puis marchés de travaux. Le fournisseur de produits industriels vend souvent une prestation complète d'ingénierie et de matériaux. Il a besoin de visibilité pour lancer la production des éléments. En outre, le découpage des phases a tendance à neutraliser l'avantage de rapidité de la construction industrialisée. La consultation anticipée, prévue par l'article R2431-32 du code de la commande publique, au stade de l'établissement par l'architecte de l'avant-projet ne répond pas à ces limites. Les seuils pour conclure des marchés à procédure adaptée (MAPA) sont souvent trop bas dans le cadre de la construction ou la rénovation lourde.

10 Réviser la loi MOP en étendant les critères de dérogation pour passer un contrat de conception-réalisation au recours à un processus de construction industrialisée dont au moins 90% de la production (en valeur) a été réalisée dans un site de production en France. La conception-réalisation est un contrat dérogatoire au principe de dissociation de la maîtrise d'œuvre et de l'entrepreneur en charge de la réalisation d'un ouvrage régi par la loi

du 12 juillet 1985 dite loi MOP, loi qui a été depuis codifiée au livre IV du code de la commande publique. Aujourd'hui la jurisprudence est stricte sur l'interprétation de l'article 2172-2 du code de la commande publique qui donne les critères de dérogation.

11 Etendre le champ de l'ordonnance n° 2015-899 du 23 juillet 2015 relatif aux marchés publics qui détaillent les circonstances exceptionnelles auxquelles les acheteurs peuvent être confrontés : urgence simple, qui permet de réduire les délais de consultation et urgence impérieuse, qui permet de recourir à un marché public négocié sans publicité ni mise en concurrence préalables. Nous souffrons d'un besoin immense de construction ou de rénovation lourde de bâtiments publics tels que les écoles primaires, collèges, lycées, casernes, logements pour les demandeurs d'asile et réfugiés, logements sociaux. Ces bâtiments doivent pouvoir rentrer dans le cadre de l'urgence simple et de l'urgence impérieuse. La moitié du coût d'un bâtiment se retrouve au moment de son exploitation donc donner accès à des produits de rechange a beaucoup de valeur.

4.4 Aménager le cadre juridique

L'ordonnance n° 2019-395 du 30 avril 2019 relative à l'adaptation du contrat de construction d'une maison individuelle avec fourniture de plan dans le cadre de la préfabrication prévoit des règles régissant la préfabrication dans le cadre des marchés privés avec un particulier dont la protection est indispensable. Néanmoins un pan entier des marchés publics et des marchés privés est aujourd'hui régi par un régime pas nécessairement adapté à la construction industrialisée.

Dans le domaine de la construction, les Éléments Pouvant Entraîner la Responsabilité (EPERS) renvoie à la responsabilité solidaire instaurée avec les constructeurs des fabricants « d'un ouvrage, d'une partie d'un ouvrage ou d'un élément d'équipement conçu et produit pour satisfaire, en état de service, à des exigences précises et déterminées à l'avance », conformément à l'article 1792-4 du Code civil. Tous les fabricants ne sont pas qualifiés comme EPERS, seuls le sont ceux générateurs de risque. Depuis la circulaire d'Ornano de 1981, quatre critères cumulatifs permettent d'identifier un EPERS : une partie de la conception incorporée au produit ; prédétermination en vue d'une finalité spécifique d'utilisation ; satisfaction en état de service à des exigences précises et déterminées à l'avance ; capacité du produit à être mis en œuvre sans modification. La quasi-totalité des éléments issus de la construction industrialisée sont donc qualifiés comme EPERS. Aujourd'hui, en cas de défaut, le maître d'ouvrage a plutôt tendance à mettre en cause l'entreprise de travaux que le fabricant mais dans une construction industrialisée, il se retournera contre le fabricant. Cette assurance qualité doublonne avec la garantie décennale.

En l'absence d'un cadre juridique clair, des outils ont été détournés mais ces solutions de rechange ne sont pas satisfaisantes. Le réméré ou vente avec faculté de rachat même il faudrait plutôt un réméré inversé soit une faculté de revendre. Les acomptes sur avancement de la préfabrication dans l'usine sont peu acceptés par la commande publique et se focalisent sur la question du manque de trésorerie du fabricant sans sortir du contrat d'entreprise et du paiement sur situations. Un donneur d'ordres va rechercher un produit plutôt qu'une prestation de main d'œuvre or cela renvoie à la vente plutôt qu'au contrat d'entreprise.

12 Promouvoir le régime des EPERS de l'art. 1792-4 du Code civil, qui offre à la fois les garanties du vendeur et les garanties du constructeur, permettrait de donner un cadre rassurant et lisible aux industriels et aux donneurs d'ordre. Le schéma[79] impliquerait trois éléments juridiques : un contrat entre l'industriel et les concepteurs (architectes, designers etc.) organisant la conception-réalisation ; un contrat de vente avec prestations annexes, celles-ci étant l'instruction du permis de construire et l'assemblage des éléments sur le chantier ; un procès-verbal lors de la livraison des éléments mobiles et un paiement d'une part importante de la valeur du marché. Pour aller dans cette voie, il faudrait refondre la définition de la préfabrication proposée à l'article L111-1-1 du code de la construction et de l'habitation. La notion de construction industrialisée remplacerait la préfabrication, la notion d'association avec les ouvrages de viabilité, de fondation, d'ossature, de clos et de couvert de la construction serait supprimée et ces éléments de construction industrialisée seraient assujettis à l'article 1792-4 du Code civil. Le régime de l'article L111-1-1 serait ajouté au titre des exemptions au troisième alinéa de l'article L2171-2 Code de la commande publique.

4.5 Structurer la filière de formation initiale et continue

Sur l'ensemble des secteurs industriels, les besoins en recrutements devraient dépasser 200 000 personnes par an dans les prochaines années. Or l'industrie peine à attirer les talents. En effet, 43 % des industriels se plaignent de ne pas trouver les profils dont ils ont besoin et 20 % refusent des commandes car ils manquent de compétences. Le monde industriel souffre d'un déficit d'image positive dans l'opinion publique. Ces difficultés concernent également le secteur du bâtiment. Il est à craindre que la filière de construction industrielle soit également concernée, d'autant plus qu'elle est encore relativement méconnue.

[79]Stephan Lesage-Mathieu, *Quelle approche juridique pour le « hors-site » ?*, in Le Moniteur, 28 juin 2019

13 Intégrer au sein du Répertoire national des certifications professionnelles (RNCP) des formations professionnalisantes, certifiantes ou qualifiantes de reconversion ayant trait à la construction industrialisée.

14 Développer les cours de formation initiale ou continue pour les professionnels (concepteurs, architectes, bureaux d'études, assureurs, contrôleurs techniques) afin qu'ils se familiarisent encore plus avec ces techniques de construction industrialisée. Les freins culturels restent nombreux autour de ces techniques qui ont connu beaucoup de travers dans le passé. Face à cette méfiance, légitime, il est d'autant plus important de pouvoir apporter des éléments de réponse notamment sur les possibilités de personnalisation offertes.

Conclusion

Puisqu'il n'y a pas un mode constructif obsolète qui ferait face à des méthodes modernes, il ne s'agit pas de révolutionner mais d'accompagner le changement. La filière ne part pas de zéro. Le BIM est un prérequis. Or le plan BIM 2022 qui a pour ambition de généraliser l'utilisation du numérique dans le bâtiment a déjà largement aidé à améliorer le recours aux outils logiciels dans la construction. Des acteurs industriels émergent sur tout le territoire et leurs solutions séduisent de plus en plus. Le succès récent de la construction bois montre bien que les esprits sont mûrs pour améliorer le processus de construction. Le cadre réglementaire est devenu beaucoup plus favorable pour expérimenter. Maintenant il faut agir pour transformer ces prémices en une filière forte qui sera capable de faire rayonner les savoir-faire de construction français à l'étranger.

Réindustrialisons la France. Par la construction.

MINISTÈRE
CHARGÉ
DU LOGEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité