

Bâtiment, digital et carbone

Mutations des Métiers, des Processus, des compétences et des formations

Dominique NAERT

Préface de Anthony BRIANT

Avant-propos de Marjolaine MEYNIER-MILLEFERT



Bâtiment, digital et carbone

Mutations des Métiers, des Processus, des compétences et des formations

Dominique NAERT

Préface de Anthony BRIANT

Avant-propos de Marjolaine MEYNIER-MILLEFERT



Presses des Ponts

Paris, 2024

Sommaire

Préface, Anthony Briant	7
Avant-propos, Marjolaine Meynier-Millefert	9
Introduction	15
1. Observation et transferts et adaptation des bonnes pratiques	16
2. On s'était dit rendez-vous dans 10 ans	17

Première partie

Les nouveaux outils des acteurs de chantier.....	39
1. Transferts organisationnels issus des industries automobiles	39
2. L'information, vecteur de qualité : une veille innovation	44
3. Le BIM : optimiser l'acte de construire	47
4. Les nouvelles technologies au service des ouvriers du bâtiment	69
5. Complexification des chantiers, montée des exigences et évolution de l'acte de construire.....	82
6. Avancées technologiques et modification des profils des qualifications	92

Deuxième partie

Mutation des compétences des acteurs de chantier.....	115
1. Recherche de qualité globale et durable de la construction	115
2. Vers une organisation « collaborante » du marché.....	131

3. Adapter la formation	135
4. Proposition d'une plateforme de formation continue à distance	145
5. Quelle place pour l'apprentissage ?	148
6. Mutations industrielles et évolution des compétences	154
7. Proposer des innovations pédagogiques	157
8. Orientations à développer dans ces enseignements	158
Conclusion	163
Tableau des actions	167
Bibliographie	169

*M*es remerciements vont à l'ensemble des personnes rencontrées pour leur aide et leurs interrogations, en particulier à Anthony Briant, Marjolaine Meynier-Millefert, Jérôme Lesueur, Bertrand Delcambre, Carole Le Gall, Pierre Vidailhet, Jean Carassus, Karen Peyronnin, Estelle Reveillard, Jean-François Figuié, Frédéric Gal, Christophe Morel, Hervé Charrue, Julien Hans, Marie Mathieu-Pruvost, Jean-Christophe Visier, Albane Gaspard, Bruno Mesureur, Nathalie Falise, Franck Le Nuellec, Maurice Manceau, Robert Daussy et toutes celles et tous ceux qui m'entourent au quotidien.

Préface, Anthony Briant

La réduction de notre empreinte environnementale et l'atteinte des objectifs de neutralité carbone que notre pays s'est fixés, dans le cadre européen, passent, nous le savons, par une rénovation énergétique globale du parc bâti existant. Le chiffre est connu : 1 % du parc bâti seulement est renouvelé chaque année. Même si l'ambition environnementale de la construction neuve reste un point constant d'attention, face à l'urgence de la situation, la clé se trouve donc dans la réduction des consommations énergétiques du parc existant, et donc dans sa rénovation.

L'objectif est clair, la manière de l'atteindre beaucoup moins. En effet, le secteur du bâtiment, en particulier en rénovation, reste encore aujourd'hui un secteur de l'artisanat, qui draine l'économie et l'emploi dans tous nos territoires. Si c'est une force indéniable de vitalité dans nos territoires, cela rend l'ambition de la transformation de ce secteur d'autant plus complexe, exigeante et multiforme. C'est à cette complexité que s'attaque, avec force et conviction, Dominique Naert dans cet ouvrage.

Il ne s'agit pas dans cet ouvrage d'une analyse socio-économique du secteur. Non, c'est un programme de travail nourri des nombreuses années d'expérience de Dominique. Car, rare sont les personnes, comme lui, qui savent incarner les « interfaces », qu'il appelle de ses vœux, entre les différents métiers de la rénovation du bâtiment : interfaces entre les métiers, interfaces entre les compétences, interfaces entre les cultures – de la pierre et du plâtre au numérique et à l'intelligence artificielle.

Dominique est, de formation, un artisan, un homme de l'art, chérissant le rapport physique à la matière – la pierre en ce qui le concerne. Mais Dominique est aussi un artisan du savoir, grand pédagogue, soucieux de la rencontre entre des savoirs théoriques, expérimentaux, pratiques, et attentifs à en faire bénéficier le plus grand nombre. Il développe dans cet ouvrage des propositions concrètes pour faire émerger ce dialogue pour une meilleure formation des acteurs de la rénovation, pour dépasser une forme de cloisonnement entre les métiers, qui aujourd'hui reste un frein à la mise en œuvre concrète d'une dynamique de rénovations énergétiques globales, à la hauteur du défi.

En tant que directeur de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, je suis très fier de compter Dominique parmi nos enseignants, responsable d'un master spécialisé « Immobiliers et bâtiments durables » dont il a largement contribué à faire le

succès. Avec cet ouvrage, c'est à une amplification, une massification de la recette gagnante du MS IBD à laquelle il nous invite. L'École des Ponts l'épaulera dans cette ambition, car nous partageons cette volonté de l'ouverture et du dialogue des savoirs et des compétences.

Je ne peux que vous inviter à le lire avec attention, certain qu'il saura vous convaincre de la nécessaire révolution à organiser dans la formation initiale, comme professionnelle, de l'ensemble des acteurs de la filière du bâtiment.

Anthony BRIANT
Directeur de l'École des Ponts ParisTech.

Clvant-propos, Marjolaine Meynier-Millefert

Faut-il plus de professionnels et autrement formés pour relever le défi de la rénovation de l'ensemble du parc bâti français avant 2050 ?

Si l'on se réfère à la loi, cela ne fait aucun doute. L'objectif inscrit dans le plan de rénovation énergétique des bâtiments dont j'ai été avec Alain Maugard la co-animatrice vise un objectif BBC (bâtiment basse consommation, soit 80 kWh/m²/an) en moyenne pour l'ensemble du parc bâti en 2050. Contextualisons maintenant ce que cet objectif représente concrètement en termes de chantiers :

En janvier 2021, la France comptait près de 37 millions de logements, dont un million dans les départements et régions d'outre-mer, pour un total de 30 millions de ménages. La surface moyenne des logements en France est de 90,9 m² (selon une étude de l'Insee de 2017).

Sur ces 37 millions, on estime qu'environ 5 % sont d'ores et déjà au niveau BBC visé. Il nous reste moins de 30 ans pour aller jusqu'en 2050. Le rétroplanning s'impose de lui-même : cela représente près d'un million de rénovation au niveau BBC par an.

Aujourd'hui, nous nous donnons l'objectif intermédiaire de passer de 60 000 rénovations globales par an à 200 000. On comprend que c'est un objectif intermédiaire et que ce nombre n'est qu'un plancher qu'il faudra relever dès que possible.

La rénovation globale, telle que définie dans la loi, c'est aujourd'hui le traitement des 6 postes de travaux incontournables : isolation des murs, de la toiture, du plancher bas, remplacement des menuiseries extérieures, systèmes de ventilation et de chauffage/Eau Chaude Sanitaire.

Du côté des bâtiments tertiaire, la loi n'est pas moins ambitieuse. Tous les propriétaires ou exploitants d'un établissement de plus de 1 000 m² (sur un bâtiment ou en cumulé sur un même site) abritant des activités tertiaires du secteur public ou du secteur privé sont concernés par l'objectif de réduction des consommations de - 40 % en 2030, - 50 % en 2040, - 60 % en 2050 (par rapport aux consommations relevées en 2010).

Cela signifie les bureaux, services publics, cours de justice, écoles, fac, hôpitaux, commerces, hôtels, restaurants, lieux sportifs, de spectacles ou de culture,

entrepôts logistique, gares ferroviaires, routières, maritimes ou fluviales ou aéro-gares... bref, tout le monde est concerné.

Le rapport de la cour des comptes en décembre 2023 relevait que les simples bâtiments de l'état représentaient une surface totale de 94,4 millions de m². À titre de comparaison, l'Allemagne (84 millions d'habitants) possède 60 millions de m². Le parc français est par ailleurs très diverse : « deux éléments illustrent particulièrement cette diversité : les 29 plus grands bâtiments font chacun plus de 50 000 m² et représentent au total 3,1 millions de m² ; 38 957 bâtiments font moins de 100 m² et représentent 2,2 millions de m². » Les bureaux représentent 24 % des surfaces, soit 22,8 millions de m². Pour les autres, les bâtiments d'enseignement ou de sport (école, gymnase...) représentent les plus gros volumes suivis des bâtiments techniques (20 %), des logements (19 %), des bâtiments sanitaires et sociaux (10 %) et enfin des bâtiments culturels (3,5 %).

Tous ces chiffres font tourner la tête mais le constat est sans appel : nos objectifs logement ou tertiaire 2050 vont inévitablement nécessiter une augmentation massive d'un nombre de rénovations par an. Certains, quand on présente ces chiffres, disent alors : « c'est impossible, il faut donc changer la loi, la loi ment ». Mais la loi n'a pas fixé cet objectif pour faire du zèle. Ce n'est pas une lubie de parlementaire écolo-hystérique. C'est une contrainte fixée par notre modèle énergétique. Les bâtiments français, tous usages confondus, consomment la moitié de l'énergie produite en France. Et comme 3/4 de cette énergie est fossile, ils génèrent environ un quart du CO₂ français. Sauf à ce que les mêmes prétendent s'extraire des constats du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, il n'est pas possible de déroger à ces objectifs.

Pour présenter les chiffres autrement, les bâtiments consomment environ 700 TWH d'énergie par an. Pour décarboner la mobilité qui est quasiment exclusivement carbone et qui représente environ 500 TWH d'énergie consommée par an, on mise sur l'électrification. Cela signifie qu'à l'échelle du bâtiment ou du quartier, les consommations des bâtiments et des mobilités vont s'additionner. Cela pourrait représenter 1 200 TWH par an (et je reste à l'échelle de l'aménagement du territoire avec bâtiments et mobilités, mais on pourrait parler aussi des consommations de l'industrie). Pour mémoire la totalité du parc nucléaire produit environ 350 TWH par an et représente environ 70 % de l'électricité produite en France. Avec les ENR on augmente à environ 500 TWh. Qu'à cela ne tienne, on peut produire plus de centrales nucléaires ou ENR.

Pour compléter le tableau, il faut donc intégrer les budgets de cette augmentation de la consommation électrique : les 6 nouveaux EPR produiront environ 75 TWH par an et coûteront 65 milliards (aux dernières estimations). Le renforcement des réseaux sur plusieurs années qui doivent s'adapter pour accueillir et

acheminer ces volumes inédits d'électricité nécessiteront un investissement de 96 milliards pour Enedis et 100 milliards pour RTE.

Selon un rapport de France stratégie de septembre 2023 (https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2023-note_danalyse_ndeg126-septembre_0.pdf) il faudra mobiliser entre 20 et 30 milliards d'euros d'investissement annuel supplémentaire dans la rénovation d'ici la fin de la décennie. Ce sont les 2 pendants de l'équation. D'un côté produire plus d'électricité. De l'autre effondrer sérieusement les besoins. RTE nous dit qu'il faut faire les 2. Mais l'investisseur ne sait pas où mettre son argent. La filière nucléaire ou ENR est-elle capable de s'organiser dans les temps et à quel coût pour produire ? La filière des bâtiments sera-t-elle capable de s'organiser enfin pour livrer les économies d'énergie promises et à quel coût ?

À l'aune d'une autre crise énergétique, on avait dans les années 70 posé cette même équation. Au moment de définir les exigences des réglementations thermiques des bâtiments, on a pesé les coûts entre filière de production et filière d'économie d'énergie. En France, à l'inverse des pays du nord qui ont choisis d'isoler vite et bien, on a choisi de livrer des bâtiments neuf un peu moins chers, un peu plus consommateurs mais cela n'aurait pas d'importance puisque l'énergie, elle, serait bon marché. Il nous aura ainsi fallu attendre 2012 pour rattraper le retard et mettre en place les mêmes exigences d'efficacité énergétique des bâtiments que nos voisins du nord fin des années 70.

L'histoire a montré que l'énergie n'avait pas mieux su maîtriser les prix pour le consommateur que le bâtiment n'avait su livrer la performance.

Et nous voilà au pied d'un mur d'investissement colossal et on hésite. L'investisseur (qu'il soit d'ailleurs public ou privé) n'a en réalité aucune confiance dans la capacité du secteur des bâtiments à tenir ses promesses. Et c'est là la clef du problème. On sait qu'il vaut mieux moins consommer que de créer de multiplier les infrastructures de production qui seront autant de factures aux ménages et aux entreprises quand en face on peut simplement supprimer la facture. La meilleure énergie, c'est celle qu'on ne consomme pas.

Comment donc tout à la fois soutenir le développement de la filière pour lui permettre d'augmenter ses volumes et créer cette confiance dans les performances de la rénovation énergétique pour sécuriser les investisseurs et accompagner cette croissance ? C'est tout l'enjeu des travaux de Dominique Naert. Il rejoint en cela les réflexions de l'Ademe ou de France Stratégie dont je recommande également la lecture.

« Y aura-t-il assez de bras dans le secteur de la construction déjà en pénurie de main-d'œuvre ? On estime en effet qu'il faudra créer 170 000 à 250 000 emplois supplémentaires d'ici 2030 dans la rénovation énergétique des bâtiments.

Certes, un fléchissement de la construction neuve permettrait de réallouer une partie des professionnels vers la rénovation, mais il faudrait une chute drastique des mises en chantier pour couvrir l'ensemble des besoins. Sans compter que la main-d'œuvre qui exerce aujourd'hui dans la construction de logements neufs n'est pas nécessairement localisée là où les besoins de rénovation sont les plus criants, c'est-à-dire dans les régions les plus froides qui se chauffent intensément et longtemps, mais aussi dans les zones rurales où le chauffage au fioul est plus répandu comme dans le Grand Est ou les Hauts-de-France.

Ouvriers du bâtiment, chefs de chantier, architectes seront à la manœuvre pour réaliser ces travaux ; leur emploi devrait être particulièrement dynamique dans toutes les régions (excepté la Corse), y compris celles qui sont en retrait de la dynamique nationale d'emploi (carte). Si l'on ajoute à ces créations d'emploi les départs en fin de carrière des seniors, 635 000 postes seraient à pourvoir d'ici 2030 dans les métiers du bâtiment (37 % de l'emploi actuel). Or le nombre de jeunes débutants devrait être insuffisant pour les occuper, en particulier parmi les ouvriers qualifiés du second œuvre et du gros œuvre. Il faudra donc faire appel, plus encore que par le passé, à la main-d'œuvre immigrée, aux chômeurs, aux reconversions et aux mobilités professionnelles. »

L'organisation du travail et les compétences peuvent-elles évoluer pour garantir la performance (et rassurer les investisseurs ?

Le secteur des bâtiments s'engage volontiers sur les moyens à mettre en œuvre, il va moins volontiers sur la garantie de performance ou les obligations de résultats. Avant même de commencer à mesurer, on prévient que cela ne fonctionnera pas à cause de « l'effet rebond », c'est à dire que si on consomme autant après ce sera que les consommateurs n'ont pas joué le jeu de la maîtrise de l'énergie. Avec des arguments comme ça, pas étonnant qu'on hésite à investir des budgets massifs dans la rénovation des bâtiments. Les clefs de la performance pourtant, on les connaît. La théorie a été mainte fois posée et la pratique expérimentale a déjà démontré que c'était faisable. On sait réaliser des contrats de performance énergétique dont la performance est mesurée. On sait atteindre le BBC quand on s'en donne les moyens.

Le secteur des bâtiments a-t-il seulement confiance en lui-même ?

On sait aussi ce qu'il ne faut plus faire. Il a ainsi été démontré que plus les postes de travaux énergétiques sont traités de manière séparés, moins on parvient à un résultat thermique ou à un bilan économique global satisfaisant. On a également observé par le passé que les aides à la rénovation énergétique étaient souvent déclenchées par les particuliers au moment d'une panne ou d'un dysfonctionnement constaté. La chaudière ne fonctionne plus, je la change (ce que j'aurais dû faire de toutes façons) on me donne une aide (ça tombe bien) et je ne vais pas plus loin. On constatait alors que les aides à la rénovation ne permettait la

plupart du temps pas de changer de classe énergétique. Finalement, ce qui faisait la différence c'était l'efficacité de l'équipement plus récent qui en remplaçait un ancien moins efficace.

Ce qui pose problème ce n'est pas la qualité de l'installation ou du produit. C'est le manque de vision globale du chantier, l'absence de vérification des résultats, et le faible effet de levier de la subvention pour embarquer le reste des postes à traiter.

On comprend bien, avec le volume de travaux qui est devant nous, que la panne ne doit plus être l'objectif mais le déclencheur d'un traitement global du logement. Faut-il alors se battre pour le retour du mono-geste ou trouver les moyens de réussir la rénovation globale ?

Les pouvoirs publics ont bien conscience que c'est une transformation massive de la manière de travailler qui est attendue du secteur des bâtiments. Ils ont bien conscience que chaque emploi de ce secteur est précieux, que sans lui, nous ne réussirons pas notre transition environnementale ou seulement énergétique. Ils sont prêts à se mettre au service de cette transformation et à écouter la filière pour savoir comment celle-ci souhaite s'y prendre. Toute la filière doit se penser différemment à l'aune de cet objectif. Ce n'est rien de moins qu'une révolution de l'organisation du travail et de la chaîne de valeur en France.

Et l'énergie, ce n'est qu'une partie de l'équation à laquelle le secteur est confronté. Demain les rénovations, en plus d'être basse consommation, devront être bas carbone et s'adapter au changement climatique pour continuer à garantir le confort et la qualité de vie des occupants.

On sait ce qui vient devant nous, à nous, et à la filière surtout, de s'organiser avec le soutien de la nation, pour y faire face. Si la filière ne souhaite pas (et je la comprends) que le législateur soit forcé de resserrer année après année l'étau et les contraintes à 2030 à 2040, à 2050 comment autant de tuiles qui tomberaient du ciel sur sa tête... elle n'a pas le choix que de s'auto-saisir enfin de l'objectif et de tracer sa propre planification ! C'est une écrasante responsabilité je le sais. Mais lorsqu'elle le fera, tout le monde suivra car nul ne saura le faire aussi bien qu'elle. Ce n'est que contraints et forcés, et pas par appétit, que les pouvoirs publics s'engagent toujours plus loin dans la chaîne de valeur : d'abord le conseiller rénov' qui informait les particuliers, désormais l'accompagnateur rénov' qui doit coordonner les chantiers ? Et demain quoi ? l'installateur rénov' ? Qui ne pourra pas être une entreprise privée parce qu'on ne lui fera plus confiance non plus ? Parce qu'au lieu de faire des propositions efficaces pour aligner le statut RGE avec l'objectif 2050, on fait tout ce qu'on peut pour que le RGE soit le moins contraignant possible ?

Ce n'est pas sérieux, et c'est le scénario qui mène tout droit à « l'étatisation » croissante du marché de la rénovation que le privé dénonce. Le temps présent (et

c'est une bonne nouvelle) n'est heureusement plus à la négation des faits climatiques, ni à la résistance contre les objectifs de transition (et encore moins contre les pouvoirs publics qui ne font que les énoncer), il est bel et bien à l'alliance dans tous les territoires et à toutes les échelles de gouvernance pour leur mise en œuvre !

La planification écologique est faite, il faut désormais passer sans tarder au management de la mise en œuvre. C'est ce que propose ce remarquable ouvrage de Dominique Naert.

Antoine de Saint-Exupéry le disait à sa façon : « Pour ce qui est de l'avenir, il ne s'agit pas de le prévoir mais de le rendre possible ».

Marjolaine MEYNIER-MILLEFERT
Présidente de l'Alliance HQE-GBC

Introduction

C lors que la demande de rénovation devient de plus en plus consensuelle et pressante, la question de l'offre de services artisanaux adaptés devient, quant à elle, plus cruciale. Si nous voulons réussir la rénovation énergétique de près de 4,5 milliards de m² de bâtiments en France d'ici à 2050, condition *sine qua non* de l'atteinte des objectifs fixés en matière de neutralité carbone, il est urgent que les acteurs de la filière Bâtiment et les acteurs publics élaborent une stratégie concertée afin d'accroître la productivité des artisans et des ouvriers du secteur, qui sont les acteurs à 95 % de la rénovation énergétique en France... Il est crucial également de mettre en œuvre une stratégie participant à l'attractivité des métiers opérationnels du bâtiment, une pédagogie d'apprentissage ciblée et un processus de montée en compétence des professionnels qualifiés.

Dès lors, nous devons réaliser un état des lieux objectif de nos capacités de production et engager, à partir de celui-ci et sans attendre, les réformes qui doivent permettre une double révolution : celle d'une croissance massive des offres globales de rénovation et, en parallèle, celle de la transformation profonde des habitudes et des usages. La massification des opérations de rénovation est mise sur les rails. Elle se heurte néanmoins en parallèle à des évolutions réglementaires tout aussi radicales et rapides, qui viennent bousculer les métiers et l'organisation de la filière appelée à porter cette massification.

C'est une recherche concrète du progrès technologique et social qu'il faut entreprendre, une démarche de développement qui sera dès lors véritablement durable. Pour le moment, rien ne laisse à penser que les objectifs de la neutralité carbone dans l'immobilier et le bâtiment seront atteints en 2050 : le compte n'y est pas. L'équation n'est pas encore résolue. Il nous semble donc temps de décréter un grand état des lieux de la formation initiale et continue, et de mettre en place une *task force* sur l'emploi dans le bâtiment à l'image de celle qui l'a été pour le financement ou le tiers-financement de la rénovation énergétique. Il nous faut observer et relever les bonnes pratiques à l'instar du rapport « Rénover mieux : leçons d'Europe » présenté par le Haut Conseil pour le climat, et accompagner subtilement la transition en permettant un accroissement immédiat de la productivité des artisans et des ouvriers du bâtiment. Dans cet ouvrage, nous proposons des pistes de réflexion qui devraient permettre d'ouvrir au plus vite le débat sur ces questions.

Observation et transferts et adaptation des bonnes pratiques

L'Allemagne a confirmé en 2013, un projet industriel très ambitieux intitulé Industrie 4.0, sur la base du constat selon lequel la révolution digitale n'a pas encore pleinement affecté le monde de la production industrielle. Ce projet vise à dessiner les contours d'une quatrième révolution industrielle portée par la vision d'une mise en réseau de tous les éléments du processus de production. La mise en œuvre opérationnelle aura des impacts majeurs tant sur le contenu du travail que sur l'organisation de l'entreprise, les qualifications demandées et leur évolution au fil du temps. Cette évolution accompagne la mutation des processus de construction et de rénovation liés à transition énergétique et bas-carbone. Passant de l'obligation de moyens à l'obligation de résultats que génèrent les réglementations bas-carbone et énergétique, l'outil numérique participe à endiguer la non-qualité, le gaspillage et la gabegie d'EGES qui en découle. Le monde ultra-connecté questionne le système de formation professionnelle initiale et continue, reconnu comme un des avantages compétitifs de l'industrie allemande et comme un pilier de sa capacité d'adaptation.

Nous avons analysé les transferts technologiques et de processus possibles entre les industries qui pouvaient concerner le bâtiment et la formation qui en découle. Un défi de taille qui concerne aujourd'hui les ingénieurs hautement qualifiés et demain, les acteurs de chantier. La première ébauche de cette révolution culturelle se profile avec le Building information modeling (BIM), qui va progressivement s'implanter sur les chantiers à l'échelle d'une génération. Mais déjà, les industriels du bâtiment et les distributeurs développent au sein de la R&D, des applications, des systèmes, de l'intelligence artificielle, des équipements et des matériaux qu'ils mettent régulièrement sur le marché. Il est donc temps de se mobiliser pour accompagner les acteurs de chantier dans la révolution 4.0. D'ailleurs des artisans et des PME sont aussi préconisateurs de nouveaux concepts. Car il n'y a pas qu'un type d'acteurs de chantier avec des compétences clairement définies. C'est toute la difficulté. Les cartes des métiers sont rebattues, intégrant à la fois la nécessité d'évolution permanente de la construction neuve et le savoir-faire de la conservation du patrimoine bâti ancien, et leur rénovation énergétique, le véritable enjeu de la transition énergétique.

Nous avons donc commencé notre étude par un court état des lieux de la situation sur les chantiers. Avant d'envisager où et comment se projeter, il était fondamental de savoir d'où nous partions... À ce titre, nous

avons recueilli les témoignages d'artisans de différents métiers, de PME, d'architectes. Nous avons rencontré des industriels, des responsables de formation continue et initiale, des statisticiens, des chercheurs, des responsables de syndicats professionnels, etc.

Nous vous proposons deux parties :

- ▶ dans la première partie, nous avons effectué un tour d'horizon des innovations qui se profilent tant au niveau des outils connectés qui vont être mis à la disposition des ouvriers du bâtiment, que des évolutions réglementaires, des techniques et des technologies qu'ils devront mettre en œuvre et qui vont impacter leur mode de penser et d'organisation. Une approche systémique est indispensable pour saisir tous les composants fondamentaux de la complexité qui se présente et acquérir une vision globale des sous-systèmes appartenant à l'industrie du bâtiment et de leurs interactions ;
- ▶ la deuxième partie expose la nécessité d'une mutation des compétences au sein des différents métiers du bâtiment compte tenu de cette complexification. Cela suppose de revoir les méthodes de formation initiale et continue, en assurant un accompagnement individualisé et en misant sur le digital.

Plusieurs propositions soutiendraient une montée progressive en compétences des acteurs de chantiers, des artisans et des ouvriers du bâtiment. Cette évolution est d'autant plus importante que des carences fondamentales tant dans le domaine organisationnel que des savoir-faire sont ressorties de nos entretiens avec des artisans et des ouvriers de chantier. Ces manques entraînent un écart de qualité qui risque de se creuser avec l'arrivée des technologies de l'information et de la communication, les technologies et les matériaux nouveaux et le BIM. Nos propositions sont donc de plusieurs natures et reprennent souvent des initiatives locales qu'il serait judicieux d'étendre.

1 On s'était dit rendez-vous dans 10 ans

Cet ouvrage a été élaboré initialement en 2014, dans le cadre d'une thèse professionnelle réalisée à la suite d'une année de Mastère spécialisé de l'École des Ponts Paris Tech, intitulé « Immobilier et Bâtiment Durables, Transitions Carbone et Numérique ». Les termes et les règles qui sont appliqués pour ce travail, répondent aux exigences de la Conférence des Grandes Écoles (CGE). Par ailleurs, le MS IBD est aussi labellisé RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors).

L'actualisation de cette étude a nécessité un travail approfondi qui m'a permis de percevoir l'évolution du marché, celle de notre filière, de la formation professionnelle et de la société en général. Beaucoup de choses ont évolué. La technologie de l'IA, comme dans toutes les industries, pénètre notre filière. Les chiffres ont évolué, le nombre d'artisans, par exemple a diminué drastiquement. Les points de constatation concernant les besoins en effectif, entrevus par la DARES en 2013, n'ont ému personne ou si peu. La formation n'est pas au rendez-vous de l'histoire et du marché. Nous pouvons aisément reprendre bon nombre des propositions de l'époque. Idem concernant les processus, les méthodes de management. Le travail reste encore à faire

Les solutions vertueuses ne pénètrent pas les organisations. La sobriété, l'efficacité et la durabilité, les 3 recommandations du GIEC pour atteindre la neutralité carbone à 2050, entrent difficilement dans la démarche des acteurs de notre filière sinon sous contrainte de la réglementation. Les résistances sont fortes. Or, ils sont, comme tous les citoyens, confrontés aux aléas du changement climatique. La prise de conscience du citoyen n'est pas celle du professionnel et de ses difficultés quotidiennes. Comment donc peut-on les accompagner ? Un accompagnement aux changements qui nécessite psychologie, pédagogie et accompagnement sociologique, intelligence collective, démocratie participative... C'est sans doute là que le bât blesse. L'autorégulation que l'économie estime naturelle, ne fonctionne pas en l'occurrence. Dès lors réfléchissons ensemble. N'attendons pas l'état. C'est une démarche citoyenne qu'il nous faut entreprendre.

1.1 Mes 50 ans de bâtiment

Lorsque j'ai commencé mon apprentissage, il y a plus de 50 ans, notre pays terminait de couler les jours heureux de la reconstruction. Le 1^{er} septembre 1974, je suis arrivé à la Maison des Compagnons d'Angers pour commencer ce que nous appelions encore le Tour de France (aujourd'hui, les jeunes Compagnons voyagent partout dans le monde). Nous vivions, pour la première fois depuis l'avènement du moteur à explosion et de la Révolution industrielle qui l'accompagnait, le premier choc pétrolier de l'histoire moderne.

Alors que notre civilisation se perdait dans une gabegie généralisée, nous commençons à percevoir les prémices d'une conséquence de cette débauche de consommation. Les contemporains d'alors et, en tout premier lieu, les économistes étaient peu nombreux à se rendre compte de l'ampleur du choc et de ses conséquences sur l'économie. Je me souviens encore des journaux télévisés qui annonçaient l'embargo pétrolier de l'OPEP en 1973, de mes interrogations sur la hausse de l'essence et sur une éventuelle pénurie du pétrole. Si à cette époque, les conclusions semblaient hypothétiques et lointaines, 50 ans plus tard, les dégâts

sont factuels. Je fais donc partie de cette génération égoïste et stupide qui a profité, surconsommé, gaspillé.

Mon engagement à la direction du Mastère Immobilier et Bâtiment Durable, Transitions Carbone et Numérique de l'École des Ponts Paris Tech ne s'apparente cependant pas à un acte de contrition mais bien à la volonté farouche d'agir au cœur du modèle économique et social afin de participer à atteindre des objectifs communs de décarbonation dans l'intérêt des générations futures. Cet ouvrage est dès lors mon témoignage. L'écosystème de la construction et de la rénovation est complexe. Et puisque j'ai été un des acteurs invisibles de ce « complexe », j'ai tenté ici de décrypter et de poser des pistes qui m'ont été inspirées par un demi-siècle de réflexions, d'échanges et d'expériences.

1.2 Petit rappel historique sur le développement durable

En 1979, l'Académie des Sciences américaine rendait un premier rapport sur le réchauffement de la planète. Il suggérait que l'activité humaine exerçait peut-être une influence négative sur la température. Les résultats étaient incertains, leur nature très spéculative et personne à l'époque ne s'en est alerté. 45 ans plus tard, les effets du réchauffement de la planète sont incontestables...

De fait, nous peinons à nous adapter aux nouvelles réalités. Alors que le monde de l'après-guerre voulait s'unir dans la communication, la culture, le commerce, la difficulté à les prendre en compte nous expose à l'instabilité, à se déchirer par la guerre, aux crises financières, au réchauffement de la planète, aux pandémies, aux pénuries d'eau douce et à la diminution de la biodiversité.

La croissance économique était fondée sur la convoitise illimitée et le pillage de la planète. Autant les hommes du monde ancien (celui qui se termina en 1940 dont mon père en était un digne héritier) respectaient le caractère sacré de leur environnement, autant ceux de la nouvelle société ont adopté un comportement inintelligent et aveugle. Soumis aux normes de l'idéologie matérialiste, ils sont devenus adeptes du profit à court terme, sans considération pour les conséquences. Pourtant, quelques voix s'élevaient déjà dans les années 70 afin de faire émerger une conscience de l'importance d'une gestion équitable des ressources et du bien commun. Il est vrai qu'alors, nous les considérions un peu comme des farfelus. Cependant, dès 1971 sera créé en France le ministère de la Protection de la nature et de l'Environnement et la première conférence mondiale sur le développement durable, *a posteriori* rebaptisée « Sommet de la Terre » s'est tenue à Stockholm en 1972, ne laissant que peu de traces dans les mémoires.

Dès les années 90, on évoque le développement durable. Considérée à l'échelle de la planète, cette notion vise à prendre en compte, outre l'économie, les aspects environnementaux et sociaux liés à des enjeux de long terme. Selon la définition

donnée dans le rapport Brundtland, le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins. Deux concepts inhérents à cette notion m'ont dès lors interpellé : le concept de « besoins », plus particulièrement les besoins essentiels des plus démunis qui méritent d'être traités en priorité et l'idée des limites que l'état d'avancement de nos techniques et de notre organisation sociale impose à notre capacité à répondre aux besoins actuels et à venir.

Le dernier rapport du GIEC montre qu'aujourd'hui encore, plus de 3 millions d'enfants meurent chaque année à cause de la pollution de l'eau et de l'air. Toutes les conditions sont rassemblées pour qu'une pénurie alimentaire survienne. La nourriture humaine ou animale est en très grande partie empoisonnée par des engrais chimiques et des pesticides de synthèse. Les allergies et les cancers trouvent trop souvent leurs origines dans l'alimentation.

La traduction anglaise (*sustainable development*) est intéressante. Pour moi qui ai passé mon enfance auprès d'un véritable paysan, un « homme des bois » qui possédait une culture d'avant-guerre et la majeure partie de ma vie professionnelle dans la restauration de monuments historiques, ces notions faisaient partie de mon éducation. Rappelons que le mot « soutenabilité » est déjà employé dans une optique environnementale dès 1346, dans l'ordonnance de Brunoy, prise par Philippe VI de Valois, sur l'administration des forêts. Ainsi, la notion de forêt cultivée soumise à une exigence de soutenabilité, à un renouvellement perpétuel de la ressource, capable d'approvisionner une flotte navale, existe-t-elle depuis plus de six siècles. L'impact de l'environnement sur des domaines aussi vitaux que l'eau, l'énergie, les services, l'agriculture, la chimie... est connu depuis très longtemps. Ainsi, en France dès le *xiv^e* siècle apparaissent l'obligation d'effectuer des enquêtes publiques d'impact préalables à l'implantation d'industries polluantes (enquêtes de *commodo/incommodo* pour les tanneries), ainsi qu'une administration des eaux et forêts beaucoup plus ancienne, dotée d'un pouvoir réglementaire et coercitif autonome.

L'objectif du développement durable est donc de définir des schémas viables qui concilient les trois aspects écologique, social et économique des activités humaines. La finalité du développement durable est ainsi de trouver un équilibre cohérent et viable à long terme entre ces trois enjeux. Une approche nouvelle, alternative, est reconnue par le monde académique, celle de la valorisation du social. La dimension sociale du développement insiste sur le fait que la protection de la nature ne doit pas se réaliser au détriment du bien-être. Il est fondamental de remettre l'humain au cœur de l'économie et des industries. Dans les entreprises, il s'agit de la responsabilité sociale et sociétale des entreprises. La nécessité de « réinventer » le modèle économique pour garantir la transition de la société s'impose à nous, tout comme l'importance d'une montée en compétence des

acteurs de chantier. Leur place au sein d'une industrie qui a montré sa durabilité depuis des millénaires est ainsi le sujet fondamental de cette étude.

Le bâtiment est à l'image de toutes les industries impliquées dans la Troisième révolution industrielle décrite par Jeremy Rifkin. En tant qu'acteur majeur de la transition énergétique, il doit non seulement guider tous les acteurs de la construction vers une remise à niveau du réseau de communication mais encore conduire une mutation de l'infrastructure énergétique pour passer de l'énergie fossile aux sources renouvelables ; il nous faut adapter les constructions, les installations électriques pour les transformer en réseaux intelligents, digitaliser le secteur des transports et de la logistique, équiper les routes pour qu'elles deviennent intelligentes. « *Cela va nécessiter une main-d'œuvre nombreuse, qualifiée, dans l'immédiat et dans les quarante ans à venir* » (Jeremy Rifkin).

C'est bien là l'enjeu de cette transition qui ne pourra pas s'effectuer sans une évolution des acteurs de chantier : artisans, chefs de chantiers, ouvriers, techniciens, femmes et hommes de métier du bâtiment et des travaux publics. Tout comme la révolution industrielle du 19^e siècle a vu se transformer de nombreux métiers, en disparaître certains et en apparaître d'autres, la 3^e révolution industrielle entraînera une mutation de l'industrie de la construction et de ses métiers.

1.3 Nouvelle révolution industrielle : entre tradition et progrès technique

Dans ce contexte, la société reste pétrifiée dans une représentation mentale conditionnée par des théories forgées au creuset des énergies fossiles. Chacun s'interroge sur les mesures à prendre. De fait, personne ne souhaite et ne peut s'opposer aux progrès et les systèmes de communication permettent et vont permettre de gérer toujours plus intelligemment les besoins en énergie. C'est d'ailleurs grâce à ces moyens informatiques dits « intelligents » que la nouvelle révolution industrielle est en marche. Les générations d'acteurs de chantier à venir, (les femmes et les hommes de métier du bâtiment), sont impactées par les technologies de l'information. La résistance au progrès est un leurre et il n'est pas question de demander à un tailleur de pierre ou à un charpentier de ne pas utiliser un logiciel 3D, le laser ou la robotique, à un thermicien, chauffagiste, plombier ou électricien de se passer de la gestion informatisée des réseaux et des flux etc. À un maçon de se passer d'un appareil d'infiltrométrie pour tester l'étanchéité à l'air des bâtiments et très bientôt, la maquette numérique du bâtiment sera un outil incontournable complémentaire à sa truelle.

De son côté, l'agriculteur peut tout aussi bien utiliser un tracteur avec guidage GPS et préférer en même temps le compost aux intrants chimiques. La question de la qualité de la nourriture produite sur des sols empoisonnés est

fondamentale. Le jardinier, le paysagiste, le maraîcher repensent leur métier en termes de cycle des saisons, de recyclage des déchets organiques, de zone climatique tout en utilisant des outils mécaniques, informatiques ou encore, robotiques performantes. Les maraîchers des fermes verticales qui s'implantent au cœur des smart-cities, revendiquent leur référence « bioculture » et la gestion de la lumière par des technologies de l'information et de la communication (TIC). Les cuisiniers, boulangers ou pâtisseries de qualité sont très attentifs à l'origine des matières premières et à la proximité de leur culture autant qu'à leurs qualités gustatives tout en s'aidant des dernières techniques comme la swellification (Détente instantanée contrôlée, DIC) : élévation de température et pression puis chute abrupte vers le vide permettant la modification de la substance) ou de lyophilisation (technique de séchage par congélation brutale). Tout ce que nous avons abandonné de la tradition revient au galop sans pour autant rejeter la modernité. L'éco-agriculture se réimplante et l'Afrique en bénéficie déjà grâce à des utopistes comme Pierre Rabhi. Tradition et progrès vont dès lors se côtoyer avantageusement. C'est le pari du nouveau modèle économique qui se dessine...

■ ■ ■ Un développement dans la durée doublé d'un retard technologique

Le temps du bâtiment n'est pas celui des autres industries. Par rapport à l'aviation, à l'industrie navale, à l'automobile ou à l'animation, l'industrie du bâtiment est plus étanche aux changements ce qui n'est pas anormal compte tenu de la nécessité d'un temps long de réalisation et de stabilisation, voire d'expérimentation. La dimension sociale et privative de l'habitat n'est pas non plus étrangère à cette résistance.

Le bâtiment a pris un retard considérable, en particulier dans son système constructif et dans la réalisation sur les chantiers. L'outillage n'a pas évolué suffisamment, seule la sécurité des chantiers moyens et *a fortiori* de ceux de grande envergure s'est développée. Il demeure des pans entiers de la construction qui continuent de travailler empiriquement sans modélisation, sans prévision ou si peu, sans connaissance même minime de la chimie ou de la physique des matériaux.

Dans tous les cas, les avancées sont sans commune mesure avec l'évolution fulgurante observée dans l'aéronautique, l'armement, l'automobile, l'industrie du spectacle, le cinéma, l'animation et évidemment, l'informatique et le numérique.

■ ■ ■ La non-qualité sur les chantiers

La non-qualité de la construction représente environ 20 à 30 % du chiffre d'affaires des entreprises, 200 000 sinistres sont déclarés par an aux assureurs et plus d'1,5 milliard d'euros sont versés en règlements (source, Fondation Groupe d'assurance mutuelle du BTP (SMABTP). Au-delà de l'enjeu technique, le thème de

la sinistralité s'impose par les enjeux économiques, sociaux mais aussi environnementaux qu'il soulève. Les conséquences qui en découlent ont un impact très important sur :

- ▶ Les métiers et les hommes qui les représentent ;
- ▶ Les coûts de la construction ;
- ▶ La sinistralité ;
- ▶ La qualité de vie des occupants et de leur santé ;
- ▶ La durabilité des constructions ;
- ▶ Le développement durable (le CO₂, les gaz à effet de serre, le recyclage des matériaux, la pollution des sols, des nappes phréatiques et de l'air, et les transports).

De leur côté, les industriels des matériaux et des composants de la construction ont largement contribué à la modernisation de ce secteur, mais ils n'ont que peu d'influence sur la mise en œuvre sur les chantiers de taille réduite. Quant aux très grandes entreprises (Bouygues, Vinci, Eiffage, etc.), elles sont à la pointe des méthodes et des process qu'elles appliquent sur les très gros chantiers avec leur propre main-d'œuvre. Cependant, l'existence d'un système de sous-traitance à plusieurs niveaux, qui privilégie une main-d'œuvre à bas coût, les conduit à fermer les yeux sur nombre d'incohérences. À ce constat, il faut ajouter le développement de l'emploi de travailleurs détachés à tous les niveaux de la filière du bâtiment. Cette main-d'œuvre, en déficit de formation, ne peut pas répondre aux exigences des DTU, des labels et des certifications.

Les Majors, ETI et PME ont recours aux travailleurs de l'Espace Schengen, devenus variable d'ajustement des entreprises même si après 2020, on a constaté un recul des mises à disposition des travailleurs détachés (– 18 %). Selon les chiffres de la Dares, en 2022, on compte 223 300 travailleurs détachés en France, dont le plus gros contingent, 42 % (93 800) est destiné au bâtiment. Or, ces travailleurs détachés n'ont que rarement la formation nécessaire à la mise en œuvre précise des matériaux et à la connaissance des réglementations. De plus, le niveau de rémunération et les conditions de travail subis par cette main-d'œuvre ne la pousse pas à élever son niveau de conscience professionnelle. Cette « délocalisation à l'envers » n'est qu'une vision à court terme en même temps qu'un leurre : elle ne s'inscrit en aucune manière dans la démarche développement durable ; par ailleurs, elle favorise le transfert de notre savoir-faire alors que ce dernier constitue la vraie richesse de notre patrimoine vivant. Nos véritables ressources ne sont pas fossiles mais humaines. L'énergie que l'on pourrait en tirer (prenons les concepts de thermodynamique), est largement plus importante que les ressources pétrolières.

1.4 L'enjeu est d'ordre culturel

Les TIC (Technologie de l'Information et de la Communication) viennent enrichir le bâtiment, non pas le redéfinir. Le génie des femmes et des hommes qui agissent, cultivent, bâtissent, fabriquent et conçoivent conduit à dépasser les habitudes et la nécessité. Le nerf de la guerre est là ! la valeur ajoutée est là ! C'est l'enjeu du secteur du bâtiment dans lequel, nous avons exercé pendant ces 50 dernières années, sans pour autant ressentir cette accélération qui nous interpelle aujourd'hui, à chaque instant.

Dans le bâtiment, la domotique à laquelle nous avons contribué à notre humble niveau, dans un groupe de travail de la FNB (FFB aujourd'hui) il y a près de 30 ans, continue tranquillement de cheminer. L'assistance intelligente des technologies de l'information et de la communication répond aux problématiques liées à l'allongement de la vie et au désir des personnes âgées de demeurer à leur domicile. Le calcul de l'énergie grise (l'énergie utilisée à la production des matériaux, de la construction à la démolition et au recyclage, etc.) va se généraliser comme sa prise en compte dans les labels. Là encore cette technique est d'un apport non négligeable. Le progrès technique est un invariable dans la longue histoire de notre filière. Rien de révolutionnaire dans le processus d'évolution technologique. La révolution est ailleurs : dans l'évolution de la relation au travail et à l'autre. La conscience professionnelle, la valeur confiance : ces deux bases se sont délitées. Nous y reviendrons pour donner des pistes de résolution du problème.

En revenant aux concepts traditionnels, il s'agit, et c'est désormais admis (le Grenelle de l'environnement a permis une avancée), de réduire la dépendance aux énergies fossiles et de créer des intérieurs sains. La qualité de l'air intérieur est devenue un sujet de recherche important pour des habitats étanches. J'avais écrit en 2015 : « En fait, les principaux soucis des décennies futures tourneront autour de notre santé... ». La pandémie a exacerbé cette prise de conscience. La qualité de l'air, la nécessité d'une activité sportive ou de revenir aux métiers physiques (manuels), le maintien à domicile des personnes dépendantes. Sur le plan des ressources, l'accès à l'eau potable est devenu un enjeu essentiel, tandis que sur le plan mental, la socialisation, l'empathie, l'élévation des consciences seront au premier plan de nos préoccupations. Finalement, l'enjeu est d'ordre culturel.

Le Développement durable engage les citoyens du monde sur cette voie, celle de la prochaine phase d'humanisation. D'ailleurs, à en croire le préhistorien britannique Colin Renfrew, si nous interprétons bien sa pensée, ces phases provenaient des interactions s'établissant entre des agents humains et les outils, technologies et œuvres monumentales résultant du développement sur le mode darwinien des instruments, techniques et pratiques d'apprentissage associées. Il s'établissait donc une véritable coopération constructive entre l'outil « humanisé » par les



Figure 1 Les principaux soucis des décennies futures tourneront autour de notre santé : mesure des paramètres d'ambiances dans un bureau Campagne nationale Bureaux de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI)

cerveaux « ouvriers » et les humains, restant en dehors de l'outil mais subissant son influence, bénéficiant de ses services et par conséquent, obligés d'interagir avec lui : *« Aujourd'hui, à des échelles toutes différentes, associant aux humains des technologies autrement plus puissantes, nos sociétés ont développé des micro-processus dont les cerveaux individuels qui sont les nôtres mesurent de moins en moins bien les effets aussi bien favorables à la survie que destructeurs. Le mouvement s'accélère en ce moment avec la révolution technologique, préfigurant une nouvelle révolution dans les processus d'hominisation »* (Colin Renfrew, Prehistory, making of the human mind, Weidenfeld and Nicholson, 2007).

1.5 Des créations d'emplois en perspective

Les perspectives d'évolution de l'emploi dans le BTP selon le rapport de la Dares sont éloquentes : ouvriers du gros œuvre (maçons, charpentiers, couvreurs, etc.), du second œuvre (menuisiers, peintres, électriciens, plombiers, etc.), conducteurs d'engins, techniciens, chefs de chantier, architectes ou ingénieurs, les métiers du bâtiment et des travaux publics s'exercent pour les trois quarts dans le secteur du BTP. Ils peuvent aussi s'exercer dans l'administration publique ou, pour les architectes notamment, dans les services. Ces métiers regroupaient en

2022, **1 730 000 actifs** (rapport juin 2023 FFB) dont 106 000 intérimaires équivalent temps plein et 351 000 non-salariés ; ce qui équivaut à la moitié des salariés de l'industrie et le double des salariés des activités de banque et assurance. La Dares (Direction de l'animation de la recherche des études et des statistiques (Dares), ministère du Travail, de l'Emploi, de la Formation professionnelle et du Dialogue social et du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie) estimait en 2015 le départ **en retraite de 426 000 actifs qualifiés ou très qualifiés** ; la plupart concernaient les artisans. Elle estimait aussi le besoin de **554 000 postes à pourvoir** entre 2012 et 2022 (rapport de la Direction de l'animation de la recherche des études et des statistiques (Dares), ministère du Travail, de l'Emploi, de la Formation professionnelle et du Dialogue social et du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, avril 2015). Ces chiffres n'ont alerté personne

■ ■ ■ Activités du bâtiment (2022)

- ▶ 403 000 entreprises artisanales
- ▶ 23 600 PME, ETI et Majors,
- ▶ 1 730 000 actifs dont 106 000 intérimaires et 351 000 non-salariés
- ▶ Chiffre d'affaires : 166 Md€ dont 76 milliards € en neuf soit 45,8 % et 90 milliards € soit 54,2 % en rénovation-entretien
- ▶ Construction neuve : diminution d'environ 10 % par an depuis 10 ans
- ▶ Surfaces construites en 2022 : 57 618 millions m² dont 26 336 000 m² non résidentiel.
- ▶ CA construction neuve : 76,8 milliards € soit 45,8 % (32 milliards € pour le résidentiel et 37 milliards € pour le non résidentiel)
- ▶ CA Entretien Maintenance Rénovation : 90 milliards € soit 54,2 % (53 milliards € pour le logement et 37 milliards €, le non résidentiel)
- ▶ Le stock : 3,5 milliards de m² de logements, 983 millions de m² de tertiaire, 500 millions de m² de bâtiments publics.
- ▶ Parc de logements au 1^{er} janvier 2023 : 37,8 millions en France métropolitaine. (INSEE Focus – 309)
- ▶ Logements construits en 2022 : 371 000 soit 31 282 000 m² et 26 336 000 m² de non résidentiel
- ▶ Hausse des prix des logements : 30 % entre 2013 et 2023
- ▶ Logements sociaux : 5,26 millions en janvier 2022
- ▶ Résidences principales : 30,4 millions pour 37,8 millions de logements ordinaires.
- ▶ Résidences secondaires et occasionnels : 3,69 millions en 2022.
- ▶ Vacants : 7,8 % du parc total des logements soit plus de 3 millions
- ▶ Maisons individuelles et petits collectifs à rénover chaque année : 400 000 à 500 000.
- ▶ Maisons d'avant 1975 à rénover d'ici 2050 en France : 7,4 millions.

- ▶ Parc des logements existants : 56 % de maisons individuelles représentant 71 % des besoins de chauffage, 20 % des bâtiments de moins de 10 logements représentent 19 % de l'énergie consommée.
- ▶ 1,2 % des résidences principales ne disposent pas d'un des équipements sanitaires de base (absence d'eau chaude courante ou de baignoire/douche ou de WC).
- ▶ 5 % des logements ne disposent pas de chauffage central ou électrique tandis que 24 % sont considérés par leurs occupants comme difficiles ou trop coûteux à chauffer.
- ▶ Près de 12 % des logements présentent un ou plusieurs des problèmes suivants : des fuites dans la toiture, des murs ou des sols humides ou bien encore, des moisissures dans les cadres de fenêtre ou au sol.
- ▶ Les locataires du secteur libre comme les propriétaires en accession à la propriété consacrent plus du quart de leur revenu à leurs dépenses de logement. Parmi ces ménages, environ un sur cinq dépenses plus de 40 % de son revenu pour son logement.
- ▶ Les chantiers de rénovation sont estimés à 45 milliards d'euros par an (étude OPEN) pour la dépense des particuliers uniquement.
- ▶ Bricolage : les Français dépensent 34 milliards € pour le bricolage (24 milliards € en 2014)

L'accroissement du nombre de ménages, l'adaptation des logements au vieillissement de la population et à la dépendance, les exigences réglementaires et environnementales croissantes, notamment en termes de performance énergétique, devraient stimuler l'activité du BTP et dynamiser l'emploi dans ces métiers, notamment l'emploi qualifié. Ainsi, selon un scénario prudent du dernier rapport du groupe Prospective des métiers et qualifications de la Dares, 128 000 emplois seraient créés dans les métiers du bâtiment et des travaux publics sur la période 2012-2022.

■ ■ ■ Salariés du bâtiment

- ▶ Effectifs du bâtiment : 1 273 000 salariés en 2022 contre 1 462 000 salariés en 2012 : 70 % d'ouvriers ; 21 % de techniciens ; 9 % de cadres. Soit une baisse des effectifs 189 000 actifs (12 %)
- ▶ Doivent être ajoutés : les intérimaires (106 000) et les travailleurs détachés (93 800)
- ▶ Nombre de femmes : 13,4 % contre 11 % en 2012.
- ▶ Nombre d'entreprises artisanales : 403 000 contre 637 000 en 2012 ; soit environ 30 % mais en partie compensés par l'accroissement du nombre de micro-entreprises. (Acoss, caisse nationale du réseau des Urssaf)
- ▶ Nombre de salariés ouvriers du bâtiment : 891 100 actifs dont 51 % de travailleurs immigrés dont 376 000 portugais
- ▶ Nombre total des opérationnels : environ 1 500 000 Etp pour réaliser 166 milliards € de CA

- ▶ Travailleurs détachés estimés : 93 800 contre 120 000 personnes en 2014.
- ▶ Nombre de Travailleurs immigrées 3 fois plus présentes dans le BTP que dans l'ensemble de la population en emploi.
- ▶ Entre 2012 et 2022 : 426 000 départs en retraite :
 - Postes peu qualifiés, les seniors ne forment qu'une faible part de ces effectifs : moins de 19 % sont âgés de 50 ans ;
 - Taux de départ plus élevé parmi les ouvriers qualifiés ces départs concerneront de nombreux artisans, 40 % des effectifs d'acteurs qualifiés sont des artisans.

« Sur la même période, 426 000 départs en fin de carrière sont attendus. Ces départs seront particulièrement nombreux parmi les ouvriers qualifiés et les artisans. Au total, le domaine du bâtiment et des travaux publics pourrait offrir 554 000 postes à pourvoir à l'horizon 2022 ». Concernant les postes peu qualifiés d'ouvriers le turnover y est important, les seniors ne forment qu'une faible part de ces effectifs : moins de 19 % des salariés sont âgés de 50 ans. Les taux de départs seront nettement plus élevés parmi les ouvriers qualifiés. Ces départs concerneront de nombreux artisans (dans le second œuvre, près de 40 % des effectifs d'acteurs qualifiés sont des artisans). Les évolutions de l'emploi dans ces métiers au cours des prochaines années seront donc très liées à la « transmission » de ces petites entreprises artisanales.

1.6 Enjeux de la rénovation énergétique

Au 1^{er} janvier 2024, le parc de logements s'élève à 37,8 millions de logements en France métropolitaine (source Insee). Il progresse tendanciellement, sur un rythme d'environ 0,9 % par an. L'enjeu de la transition énergétique des constructions se situe donc au niveau du stock. Les résidences principales représentent 82,8 % du parc, les résidences secondaires et les logements occasionnels 9,4 % et les logements vacants 7,8 % soit près de 3 millions de logements, qui pourrait donner lieu à réflexion dans une période de pénuries de logements et de volonté de diminuer la construction neuve. Les logements individuels forment la majorité des logements. Après une hausse sur la période 2003-2007, la construction neuve a fortement diminué en 2009 et 2010 (environ – 10 % par an). Elle connaît depuis une évolution plus modérée. Le parc locatif social, au sens du répertoire du parc locatif social (RPLS) compte 5,26 millions de logements au 1^{er} janvier 2022 (France hors Mayotte), en progression de 1,4 % sur un an, soit 75 900 logements supplémentaires.

En 2012, l'inconfort sanitaire a quasiment disparu en France, seules 1,2 % des résidences principales ne disposent pas d'un des équipements sanitaires de base

(absence d'eau chaude courante ou de baignoire/douche ou de WC). Cependant, d'autres formes d'inconfort subsistent : près de 5 % des logements ne disposent pas de chauffage central ou électrique tandis que 24 % sont considérés par leurs occupants comme difficiles ou trop coûteux à chauffer. Près de 12 % des logements présentent un ou plusieurs des problèmes suivants : des fuites dans la toiture, des murs ou des sols humides ou bien encore, des moisissures dans les cadres de fenêtre ou au sol.

Tout en agissant concrètement pour le climat, la réalisation de travaux de rénovation énergétique permet d'améliorer le confort des logements et de réduire la facture énergétique des Français. Aujourd'hui encore, dans notre pays, près de 5 millions de logements sont mal isolés (« passoires énergétiques ») et 3,8 millions de ménages ont des difficultés à payer leur facture de chauffage. La rénovation énergétique (logements privés et bâtiments publics) est l'un des secteurs prioritaires du plan France Relance qui lui consacre 6,2 milliards sur deux ans. Ouverte depuis le 1^{er} janvier 2020, MaPrimeRénov' est devenue la principale aide de l'État à la rénovation énergétique. Tous les propriétaires occupant ou bailleurs ainsi que les copropriétés, peuvent en bénéficier. En 2022, l'Anah annonce 718 555 rénovations de logements par geste et 65 939 rénovations globales **Il en faudrait 10 fois plus pour atteindre les objectifs de la SNBC.**

Depuis le 1^{er} janvier 2024, MaPrimeRénov' propose deux parcours types qui a l'ambition de s'adapter mieux à la situation et aux besoins de chaque ménage grâce à France Rénov' :

- ▶ Parcours accompagné pour les rénovations d'ampleur, à travers des travaux de rénovation permettant un gain minimal de 2 classes sur leur DPE. Ces ménages bénéficient d'un accompagnement systématique et d'une prime revalorisée.
- ▶ Parcours de rénovation par gestes pour la sortie des énergies fossiles, à travers des changements de chaudières et des petits bouquets de gestes. Ce parcours est disponible pour les ménages vivant dans une maison déjà bien isolée.

Par ailleurs, **l'interdiction de la location des passoires énergétiques** est très clairement un booster pour la rénovation thermique à partir de 2025 pour les logements classés G ; à partir de 2028 pour les logements classés F ; à partir de 2034 pour les logements classés E (soit 25 % du parc immobilier actuel) ; depuis 2023, il est interdit d'augmenter le loyer (le gel du loyer des passoires énergétiques) des logements classés F et G (passoires énergétiques) lors du renouvellement du bail ou de la remise en location ; Obligation de réaliser un audit énergétique lors de la vente d'un bien considéré comme une passoire énergétique (F et G) depuis 2022. L'audit doit même être fourni à tout potentiel acquéreur lors de la première visite. À partir de 2025, cette obligation sera étendue aux logements classés E.

Pour rénover énergétiquement leur logement, les ménages peuvent bénéficier d'aides financières (MaPrimeRénov', Éco-prêt à taux zéro, aides des fournisseurs d'énergie dans le cadre des certificats d'économie d'énergie, aides de l'Anah), à condition de recourir à professionnel RGE. De la même manière, les travaux de rénovation énergétique des bâtiments tertiaires et/ou des habitations collectives doivent être réalisés par des entreprises RGE pour être éligibles aux Certificats d'économies d'énergie (CEE). Cette qualification est une reconnaissance accordée par les pouvoirs publics à des professionnels du secteur du bâtiment et des énergies renouvelables engagés dans une démarche de qualité. En 2021, elle a évolué avec notamment des domaines de travaux plus précis et des audits et contrôles renforcés. Une très bonne chose, mais les entreprises artisanales qui réalisent à 95 %, les travaux de rénovation ont des carnets de commandes qui débordent. La complexité de renouvellement de leur qualification les rebutant, les artisans sont de moins en moins nombreux à être certifier RGE. Au 31 décembre 2022, l'ADEME confirmait que le **nombre d'entreprises RGE était passé de 65 095 en 2022 à 61 737 fin 2024, chiffres confirmés par Qualibat, l'organisme qui délivre ces qualifications.**

Autre sujet qui concerne près d'1 milliard de m² de bâtiments tertiaires : En 2019, l'Éco Énergie Tertiaire, couramment appelé Décret Tertiaire, est une obligation réglementaire engageant les acteurs du tertiaire vers la sobriété énergétique. La réduction des consommations d'énergie finale de l'ensemble du parc tertiaire, fixée par la loi Élan (article 175), doit être d'au moins 40 % en 2030, 50 % en 2040 et 60 % en 2050 par rapport à 2010. Les déclarations doivent être faites sur la plateforme de recueil et de suivi des consommations d'énergie OPERAT.

Additionné à ces mesures, il faut aussi noter le plan de rénovation des écoles et des bâtiments publics et des collectivités ou encore des Ehpad et des équipements sportifs. Tout additionné, les volumes sont considérables : environ 3 milliards de m² de logements à rénover, Près de 1 milliard de m² de tertiaire et 500 millions de m² d'établissements publics. En 2022 donc, l'Anah avance le nombre de 65 939 rénovations globales : seule la rénovation globale permet d'atteindre le niveau BBC requis dans la Stratégie Nationale Bas Carbone. Ce qui représente environ 6 millions de m² sur les 3 milliards de m² à rénover d'ici 2050. Pas que le reste ne compte pas mais... le compte n'y est pas.

■ ■ ■ La mise aux normes dans l'ancien

Les réglementations thermiques qui se sont succédées depuis 1974 ne concernaient que la construction neuve. S'élargissant, elles sont devenues obligatoire sur tout le secteur depuis la loi climat et résilience. Les méthodes d'intervention sur le neuf sont très sensiblement différentes de celles qui sont possibles sur l'ancien où le recours aux méthodes issues de l'industrialisation y est plus complexe. La RE 2020 est désormais maîtrisée par les constructeurs de maisons individuelles

et les entreprises spécialisées dans le neuf en général. Le nœud de la décarbonation du bâtiment est clairement identifié : comment développer la productivité des opérationnels sur les chantiers de rénovation ? Comment adapter les opérationnels de la construction neuve vers la rénovation ? quels principes constructifs industrialisés ou non pourrait être permettre d'atteindre les objectifs ? Quels sont les ressorts qui pourrait rendre attractifs des métiers réputés pénibles ? Ce sujet fondamental préoccupe l'ensemble de la filière du bâtiment. Les interventions nécessitent à la fois de la main-d'œuvre peu qualifiée tout autant que du personnel très qualifié. C'est donc une question de méthodologie et de qualité de main-d'œuvre qu'il faut régler. La rénovation mérite plus d'intuition et d'anticipation. Quant aux nouveaux outils, ils demandent une bonne connaissance de la géométrie et du bâtiment afin de préparer en amont des éléments précis (scan 3D) à insérer dans le bâtiment à rénover. La méthodologie développée par le BIM va très vite compléter l'arsenal des entreprises spécialisées dans la réhabilitation. L'idée sera toujours d'industrialiser au maximum les composants utiles à la réhabilitation et, pour la mise en œuvre, d'employer quelques ouvriers manuels de qualité qui suffiront à satisfaire aux exigences.



© Fotolia, Friedberg.

Figure 2 L'enjeu de la transition énergétique des constructions se situe au niveau du stock, de la rénovation. Les artisans, les PME et la plus grande partie des ouvriers du bâtiment sont concernés.



© Fotolia, illustrez-vous.

Figure 3 Les méthodes d'intervention sur le neuf sont différentes de celles de l'ancien si ce n'est pour les produits de second œuvre et le tiers œuvre.

1.7 Mutation des métiers du bâtiment

Sur le moyen-long terme, l'accroissement de la population (l'Insee avait prévu 2,9 millions d'habitants supplémentaires entre 2012 et 2022 sur l'ensemble de la France, soit + 4,6 % sur dix ans [Blanpain et Chardon, 2010]), le vieillissement et la décohabitation familiale soutiennent la demande potentielle de logement, notamment sur certains territoires en fort développement. Le parc de logements devrait donc continuer à augmenter, d'autant que la demande actuelle paraît en partie insatisfaite par exemple, en matière de logement étudiant ou de logement social. Pour autant les scénarii prospectifs de l'ADEME montrent la nécessité d'arrêter de construire si nous voulons atteindre les objectifs de la SNBC. Un scénario qui a montré le bout de son nez en 2023, poussé par l'augmentation des taux de crédits, l'inflation et les coûts de l'énergie. Les chiffres prospectifs de la FFB à l'horizon 2025 montre une probable baisse de 25 % des volumes pour la construction de logements. De la même façon, le parc de bureaux devrait poursuivre sans décroissance à hauteur de près de 8 %.

L'activité du secteur devrait par ailleurs être stimulée par la rénovation et l'amélioration des bâtiments existants, l'adaptation des logements au vieillissement de la population et au maintien à domicile des personnes dépendantes, et par le développement croissant des exigences et des normes de sécurité, d'accessibilité et de qualité de la construction, notamment en matière de performance énergétique. Au total, la complexification des chantiers, les avancées technologiques et la recherche de qualité globale et « durable » de la construction devraient se traduire par une montée en compétences au sein des différents métiers du bâtiment, mais aussi par des créations d'emplois qualifiés, techniciens, cadres ou ouvriers qualifiés.

Le rapport de la Dares souligne encore que cette dynamique devrait profiter plus spécialement aux techniciens, agents de maîtrise et surtout aux cadres. Cependant, l'emploi resterait également orienté à la hausse pour les postes peu qualifiés, ceux-ci pouvant constituer un vivier de recrutement pour l'accès à des postes à plus haut niveau de qualification, notamment par la voie de l'apprentissage. Dans le second œuvre du bâtiment, près d'un quart des emplois peu qualifiés sont actuellement occupés par des apprentis.



Crédit photo : Fotolia, JPC PROD.

Figure 4 Les métiers du bâtiment devraient continuer à offrir des opportunités d'insertion et de promotion à des jeunes via l'apprentissage. Apprenti, entretien d'embauche

La proportion de postes à pourvoir serait plus faible parmi les ouvriers peu qualifiés, notamment ceux du gros œuvre, des travaux publics et du béton (1,9 %), en raison d'une hausse limitée de l'emploi conjuguée à des départs en fin de carrière réduits. Les embauches devraient cependant rester nombreuses sur ces postes soumis à un fort turnover, liés à des conditions de travail parfois difficiles mais aussi à des transitions vers des emplois plus qualifiés. Ces métiers devraient ainsi continuer à offrir des opportunités d'insertion et de promotion à des jeunes via l'apprentissage. Les métiers du bâtiment et des travaux publics font toujours largement appel à la main-d'œuvre immigrée, notamment dans le gros œuvre.

Formant de la moitié des effectifs des ouvriers qualifiés du gros œuvre du bâtiment ou des ouvriers peu qualifiés du gros œuvre et des travaux publics, les personnes immigrées sont trois fois plus présentes dans ces deux familles professionnelles que dans l'ensemble de la population en emploi, sans oublier les travailleurs détachés.

À l'instar du reste de la société civile, le niveau de diplôme des ouvriers du bâtiment n'a cessé de progresser au cours des dernières décennies, même si la part des non-diplômés reste non négligeable. Les électriciens du bâtiment se distinguent par une part plus importante de bacheliers et de titulaires d'un diplôme de niveau Bac + 2.

Le rapport de la Dares souligne *« qu'en revanche, la proportion de débutants est faible parmi les ouvriers qualifiés, ceux-ci ayant souvent acquis au préalable une expérience et une formation "sur le tas" »*. Cette remarque démontre clairement l'incompréhension des élites concernant la formation professionnelle, les métiers manuels offrant des perspectives d'évolution qui n'entrent pas dans leur approche de la réussite et de la réalisation personnelle. En effet, la qualification dans les métiers manuels ne peut justement s'acquérir qu'avec le temps, « sur le tas ». L'apprentissage répondant en partie à la question mais la formation « tout au long de la vie » est fondamentale pour continuer à suivre les mutations. Nous essaierons donc de montrer les différents types de compétences qui s'acquièrent avec des temporalités différentes.

■ ■ ■ S'adapter à l'usage croissant de la technologie

Les transformations à l'œuvre dans le secteur (nouvelles réglementations, innovations technologiques, utilisation de nouveaux matériaux, etc.) doivent se traduire par une montée des qualifications requises dans les différents métiers du bâtiment et des travaux publics. En particulier, ceux-ci devraient être parmi les plus concernés par les lois issues du Grenelle de l'environnement (loi Énergie-Climat, loi ELAN ou la loi Climat-Résilience) : *« qu'ils soient architectes, couvreurs ou électriciens, les professionnels du bâtiment seront amenés à développer et adapter leurs compétences pour répondre aux nouvelles exigences environnementales »* (Ast et Margontier, Les diagnostics par domaine professionnel, 2012). Comme de nombreux autres métiers, ils devront aussi s'adapter aux usages croissants des technologies de l'information et de la communication (y compris les outils collaboratifs) et développer des compétences relationnelles (logiques collaboratives orientées clients) dans un contexte d'évolution des organisations du travail accentuant les besoins de polyvalence.

Le niveau demandé à l'embauche pourrait ainsi continuer à s'élever. La formation des personnels pour répondre aux mutations du secteur apparaît comme un

enjeu important des prochaines années dans un secteur constitué de nombreuses entreprises artisanales.

■ ■ ■ Le bâtiment industrie majeure de la transition énergétique

Secteur traditionnel, le bâtiment est traversé par des révolutions techniques et technologiques qui touchent à la fois aux :

- ▶ Enjeux énergétiques qui poussent à des niveaux de performance active et passive ;
- ▶ Progrès des techniques et au développement de schémas interactifs ;
- ▶ Nouveaux matériaux qui permettent d'envisager autrement les contraintes y compris dans le domaine de la résistance des matériaux.

L'objectif de ce travail est d'en rendre compte et d'éclairer l'avenir, en dessinant dès aujourd'hui ce que seront les métiers du bâtiment de demain. Des corps d'état sont plus marqués que d'autres avec en premier, ceux de l'électricité, courants et réseaux, ainsi que du génie climatique qui concourent à un niveau d'équipement des bâtiments toujours plus performant et technique, poussant dès lors les professionnels dans des niveaux de compétences plus pointues. Si les équipements techniques viennent spontanément à l'esprit, il ne faut pas négliger les progrès sur les matériaux eux-mêmes, béton, brique, parois en verre, matériaux biosourcés, etc. Ces nouveaux matériaux ouvrent un champ du possible jusque-là inexploré (portées, résistance, performance).

L'ouvrier(ère) du bâtiment doit être impliqué dans cette évolution toute darwinienne, mais la culture académique manque trop généralement aux femmes et hommes de métier. Nous le savons, le savoir est le pouvoir : ils ont été dépossédés de leur place dans l'histoire de l'humanité en étant écartés du savoir, les privant du même coup de leur culture. La rupture est consommée entre cols blancs et cols bleus. Nous devons résorber cette rupture si nous voulons réussir le pari du développement durable même s'il sera toujours difficile au col blanc d'accepter de partager son gâteau économique et politique.

Pour rentrer dans le vif du sujet : le bâtiment est une industrie majeure de la transition énergétique qui conduit tous les acteurs de la construction à remettre à niveau leurs réseaux de communication, à moderniser l'infrastructure énergétique, à adapter les constructions, les installations électriques pour en faire des réseaux intelligents, et à digitaliser le secteur des transports, de la logistique, des réseaux. Or, pour mener ce projet à son terme, il va être nécessaire de voir évoluer tous les acteurs de chantier du maître d'ouvrage jusqu'à l'ouvrier, mais aussi l'ensemble des outils et moyens mis à leur disposition.

1.8 L'artisan et l'ouvrier pivots de la transition énergétique

Le parc de logements existant est constitué pour 56 %, de maisons individuelles représentant 71 % des besoins de chauffage et pour 20 %, de bâtiments de moins de 10 logements qui en consomment 19 % (source Observatoire du BTP). Le marché de la rénovation est majoritairement constitué de petits chantiers et s'adresse donc en priorité aux artisans et aux petites entreprises. Les opérations d'une taille importante auront les moyens de faire appel à des bureaux d'études, en principe rompus aux calculs complexes pour déterminer les solutions à mettre en œuvre. Mais qu'advient-il des 400 000 à 500 000 maisons individuelles et petits collectifs à rénover chaque année qui ne pourront pas mobiliser les compétences d'un bureau d'études ? La décision de mettre en place l'intervention des Accompagnateurs Rénov' pour sécuriser les parcours des ménages depuis le 1^{er} janvier 2024 est vertueuse... Si la cohorte d'Accompagnateurs est formée en conséquence. Ce qui est encore loin d'être le cas.

Le principal effort va donc porter sur les travaux de rénovation qui constituent la majorité du patrimoine immobilier à traiter. En raison du tissu économique français du bâtiment, cela concernera prioritairement les PME et les artisans.

L'artisan ou l'ouvrier du bâtiment est donc un acteur majeur qui doit être considéré comme le pivot essentiel de la transition énergétique (et de la Révolution industrielle du bâtiment). Tout d'abord parce que le développement durable prend en compte dans sa définition, des critères humains dont ceux de la main-d'œuvre et de la non-délocalisation des populations (think global, act local). Les bâtiments, par définition, ne sont pas « délocalisables ». Une définition détournée, il est vrai avec l'arrivée massive des travailleurs détachés. Pour autant, la qualité de la formation professionnelle en France est reconnue grâce à son patrimoine. Les Compagnons du devoir en sont des exemples au même titre que les Meilleurs ouvriers de France (entre autres).

■ ■ ■ La formation pour relever le défi

Le secteur du bâtiment ne pourra relever les défis sociaux et environnementaux auxquels il est confronté que s'il bénéficie d'un programme cohérent et pérenne de recherche, d'innovation et fondamentalement de formation au service de l'ensemble des acteurs de la filière. Le secteur est appelé en quelques années à maîtriser de nouvelles techniques de production, à s'engager vers une nouvelle organisation et à maintenir son rythme de construction (non seulement dans le neuf, mais surtout dans la rénovation), tout en augmentant la qualité, en garantissant le confort et la sécurité, le tout sans augmentation de coûts. La mutation du secteur de la construction, le passage d'une garantie de moyens à une garantie de performances, ne pourra s'effectuer sans un changement d'échelle des moyens dévolus à la formation initiale ou continue des

acteurs qui devront se former tout au long de leur vie professionnelle. Or, la formation professionnelle initiale et continue est en crise ; elle ne correspond pas au marché. Nous ferons quelques propositions après un benchmarking des systèmes les plus efficaces en Europe.

Un programme de formation cohérent et pérenne doit être mis en place, au service de l'ensemble des acteurs de la filière. Cette formation concerne la formation professionnelle continue qui profitera de la révolution de l'information (avec les MOOC, le blended) et l'apprentissage des métiers dits « manuels » en général, dans un temps où la jeunesse a déserté les métiers du bâtiment. La formation professionnelle initiale doit bénéficier d'un véritable plan Marshall pour revaloriser un domaine de formation jusqu'à présent déprécié et inadapté aux besoins du futur. Des propositions seront faites. Il est à espérer que l'arrivée de nouveaux outils (connectés) dans la construction rendra plus attractifs les métiers pour les jeunes et leurs parents. Ça ne suffira pas. L'ascenseur professionnel et social est en panne : or c'est sans doute là que réside le désintérêt des jeunes et surtout des familles.

Pour accompagner les acteurs de l'acte de construire, professionnels aguerris comme débutants, il va falloir mettre à leur disposition de nouveaux outils technologiques, encore émergents dans ce secteur, afin de permettre une amélioration de la productivité par l'obtention d'un niveau de qualité encore perfectible. De la maquette numérique du bâtiment à un ensemble d'innovations concernant les outils de chantier, de management et de contrôle des installations tout au long du cycle de vie de l'ouvrage, nous dresserons un inventaire prospectif qui constitue autant de pistes à approfondir dans le cadre de programmes de recherche et de développement.

1.9 Nécessité de renforcer la coordination entre les métiers

La rénovation thermique soulève un autre problème : pour être de qualité, elle nécessite la coordination « harmonieuse » de plusieurs corps de métier (le maçon, le menuisier, plaquiste, l'électricien, le façadier, le chauffagiste, etc.). Ces intervenants doivent apprendre à coopérer et à comprendre les difficultés des autres professionnels, ce qui ne va pas toujours de soi dans un secteur traditionnellement segmenté par métier où chacun a tendance à cultiver ses particularités. De plus, les maîtres d'œuvre n'interviennent que très peu pour pallier les carences de coordination car « Les français ne font que rarement appel à un architecte ou à un bureau d'études pour les travaux concernant leur logement. » (Manifeste Négawatt 2012).

Ce défaut de coordination contribue aux négligences voire au sabotage de la réalisation. Enfin, une réelle mutation des relations organisationnelles des artisans est indispensable ; ils sont invités à se regrouper au sein de structures pluridisciplinaires, représentés par un seul mandataire face aux maîtres d'ouvrage et