



BIM

COMMENT NUMÉRISER LE
SECTEUR DU BÂTIMENT ?

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
INTRODUCTION	3
INDISPENSABLE BIM	4
▪ DANS L'ESPACE AUSSI LE «TOUT ÉLECTRIQUE» FAIT SON CHEMIN	4
▪ FACILITER LE «FACILITY MANAGEMENT»	6
▪ COMMENT LE THERMICIEN ÉCONOMISE DE L'ÉNERGIE	8
▪ LA MAQUETTE NUMÉRIQUE BOULEVERSE LES CODES DU BTP	10
POUR ALLER PLUS LOIN	14
▪ LA RÉALITÉ VIRTUELLE CIMENTERA LE BÂTIMENT DU FUTUR, FONDÉ SUR LA MAQUETTE NUMÉRIQUE	14
▪ LES FONDAMENTAUX DU BIM	16
▪ L'INDUSTRIE FRANÇAISE DU FUTUR EN ORDRE DE MARCHÉ	19
▪ UN NOUVEAU PLAN DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS	22

INTRODUCTION

Hésitante il y a quelques années, la filière du bâtiment a amorcé le virage du BIM et s'apprête à vivre les nombreuses transformations induites par la maquette numérique et l'approche collaborative. Acronyme de Building Information Modeling, BIM désigne le concept de maquette numérique du bâtiment. Un plan 3D, en somme ? En vérité, la méthode va bien au-delà : dans une maquette BIM, à la différence d'une maquette 3D classique, la moindre fenêtre est nommée comme telle et constitue un objet 3D distinct, auquel sont attribués des méta-données décrivant ses caractéristiques, dont le matériau employé, le type de vitrage, etc. Le modèle résultant est suffisamment complet et explicite pour envisager de la simulation de performances (LIEN VERS BIM et THERMICIEN) , un exercice dont la grande industrie manufacturière est coutumière depuis 25 ans. « Alors que le BTP ne se livre qu'à des calculs réglementaires, l'industrie utilise la simulation pour vérifier que le fonctionnement d'une voiture ou d'un avion sera optimal avant même sa fabrication, explique l'architecte François Pélegrin, à la tête du cabinet d'architecture du même nom. Les détracteurs objectent que ce n'est pas nécessaire car chaque bâtiment est unique. De mon point de vue, c'est une raison supplémentaire de le définir intégralement de manière virtuelle ».

INDISPENSABLE BIM

DANS L'ESPACE AUSSI LE «TOUT ÉLECTRIQUE» FAIT SON CHEMIN

Parmi les alternatives aux carburants chimiques, les solutions de propulsions dites électriques connaissent un essor sans précédent autant pour de très petites poussées, permettant d'ajuster l'orientation d'un satellite, que pour assurer le voyage de sondes ou de véhicules interplanétaires.

Utilisées depuis plus de 20 ans, les **technologies de propulsion électrique** ont fait des progrès en matière d'autonomie, de miniaturisation, de performances qui les destinent à des projets toujours plus grands. La première sonde équipée d'un tel système de propulsion était Deep Space 1 en 1998. D'autres sondes marquantes ont suivi : Dawn, Smart 1 et Hayabusa. Permettant non seulement aux Américains mais aussi aux Européens et aux Japonais de maîtriser cette technologie issue de la recherche russe des années 1960. Le principe de fonctionnement de cette propulsion électrique est de créer un plasma (gaz de particules électriquement chargées) puis de l'accélérer via des champs électriques ou magnétiques. L'accélération des ions entraîne une réaction de sens opposé qui constitue la propulsion. Juste avant la sortie, les ions récupèrent leurs électrons afin de recréer la neutralité électrique tant du véhicule que du carburant éjecté. Aujourd'hui le carburant le plus couramment utilisé est le **xénon**. Pour effectuer l'ionisation, il faut tout de même disposer d'énergie électrique. Elle est pour l'instant obtenue via des panneaux solaires mais des systèmes à base de réactions nucléaires sont envisagées comme alternative : soit avec des générateurs thermoélectriques – l'alimentation en chaleur est assurée par la désintégration d'un isotope radioactif, soit avec des réacteurs nucléaires à fission.

Deux technologies majoritaires

On distingue couramment deux options technologiques principales dans la propulsion électrique. D'une part les

moteurs ioniques à grilles et d'autre part les moteurs à effet Hall. Dans le premier cas, le champ électrique est créé par deux grilles polarisées. Dans le second, la poussée est plus importante et le champ électrique est issu à la fois d'un champ magnétique induit par deux bobines placées au centre et à l'extérieur d'une cavité cylindrique et d'une différence de potentiel entre une anode et une cathode. L'option ionique à grille est très économe en carburant mais la poussée y est inférieure et plus longue à être amorcée. Elle est donc plutôt préférée pour les longues missions interplanétaires. D'autres variantes sont à l'étude, dont la plus puissante est le propulseur magnétoplasmodynamique (MPD). Il vise à supprimer les collisions entre électrons, atomes et ions qui sont générées dans un moteur à effet Hall du fait de la forme circulaire du courant en créant un courant aligné avec le champ électrique. Le fonctionnement est basé sur la combinaison de deux champs (électrique et magnétique) pour fournir une force de Lorentz axiale. Ce propulseur possède plusieurs avantages : la poussée peut être ajustée par la variation du courant électrique ou la quantité de gaz injecté et les poussées sont 100 fois plus importantes qu'un moteur ionique de base. Les inconvénients ? Il nécessite des courants électriques de plusieurs centaines de kilowatts et doit donc faire appel à une source nucléaire et il érode les éléments du moteur comme les électrodes beaucoup trop vite.

Toujours plus grand !

L'un des projets les plus avancés en matière de propulsion MPD est celui de la société Ad Astra Rocket en contrat avec la Nasa dans le cadre du programme NextSTEP (Next Space Technologies for Exploration Partnerships) pour le développement d'un propulseur MPD baptisé VASIMR VX200. En 2017, l'étape des 10h de fonctionnement à 100kW a été validée. Les tests de 2018 doivent valider un fonctionnement de 100h continues.

Mais des records de poussées ont aussi été enregistrés pour un propulseur à effet Hall. Le propulseur X3 étudié par une équipe de l'Université du Michigan en partenariat avec Aerojet Rocketdyne pour le compte de la Nasa (là aussi dans le cadre du programme Next), a réussi ses essais en 2017 avec 10h à 100kW pour une poussée de l'ordre de 5,5 Newtons. Cette année sera aussi pour ce moteur l'année du test des 100h. Reste que les moteurs actuellement utilisés sont encore modestes même si déjà bien plus performants que celui de la sonde Dawn ou Smart 1. Ainsi, le nouveau moteur ionique d'Aerojet Rocketdyne's qui était prêt pour les tests en vol et qui devait équiper la mission DART (Double Asteroid Redirection Test) en 2021 de la Nasa – annulée fin 2017 - présente pour l'instant une puissance maximale de 7kW.

Toujours plus petits !

Si d'un côté on recherche des poussées toujours plus grandes, on recherche aussi à rendre cette technologie vraiment plus compacte et encore plus économe pour pouvoir équiper des satellites de très petites tailles : du Cube-sat aux microsattelites en passant par les nanosatellites.

Cela passe par des évolutions comme celle proposée par le laboratoire Icare du CNRS avec un propulseur de Hall « sans parois » : les ions sont produits et accélérés hors du réacteur afin d'éviter le contact entre plasma et parois du moteur pour éviter l'usure des composants. Une technologie qui permettrait aussi d'alimenter le moteur en électricité en courant continu directement depuis les panneaux solaires sans dispositif de conversion du courant. Les recherches s'orientent aussi vers d'autres carburants que le xénon et sur des nanotechnologies.

Ainsi, de son côté, la société américaine Accion Systems a dévoilé un moteur basé sur une puce de propulsion de la taille d'une pièce de moins de 2cm munie d'une centaine de micropropulseurs. Assemblées en tuile, 36 puces forment le TILE (Tiled Ionic Liquid Electrospray) qui peut servir de base de propulsion pour des micro-satellites (200kg max). Le carburant est un sel liquide non toxique qui n'a pas besoin d'être stocké dans des chambres pressurisées et

qui évite de nombreux autres éléments comme une grande chambre d'ionisation ou des cathodes externes. L'alimentation se fait directement via une batterie alimentée par les panneaux solaires du satellite. A l'été 2017, Accion Systems a trouvé un partenaire dans le fabricant de plateformes satellitaires York Space Systems pour pouvoir fournir dès qu'il est prêt son moteur lors de missions spatiales réelles. « Et pourquoi pas dans 15 ans, faire du TILE le support à véhicule voyageant vers Mars... » se prend à rêver Natalya Bailey, PDG et co-fondatrice d'Accion Systems.

Toutes ces avancées montrent que, si en matière de propulsion ionique, les propulseurs de Hall sont encore majoritaires aujourd'hui, les progrès de la micropropulsion pourraient bien marquer l'avènement d'une nouvelle ère spatiale où sondes d'explorations et satellites seraient beaucoup plus petits mais beaucoup plus nombreux, moins chers à la fabrication, plus facilement remplaçables et voleraient en flotte.

Sophie Huguin

30/05/2018

FACILITER LE «FACILITY MANAGEMENT»

Connectée aux installations techniques, la maquette BIM compose un avatar numérique et dynamique, utile aux opérations d'exploitation et de maintenance.

La conception et l'édification d'un bâtiment, que ce soit un ensemble résidentiel, une usine ou un immeuble de bureaux, sont des projets de longue haleine, qui peuvent durer plusieurs années. Mais l'exploitation dudit bâtiment, en somme tout ce qui le maintient fonctionnel de sa mise en service à sa déconstruction, court sur plusieurs décades et représenterait trois quarts de son coût total. Un cycle au cours duquel la **maquette BIM** promet également de jouer un rôle central et majeur, visant à améliorer l'efficacité des opérations : **gestion générale du bâtiment (ou facility management)**, pilotage de la performance énergétique, entretien et maintenance des installations techniques, à savoir **l'éclairage, le chauffage, la ventilation, la climatisation (CVC)**, la **sécurité incendie**, etc.

Le BIM étant un concept neuf, a fortiori dans le domaine de l'exploitation, la plupart des projets sont récents voire expérimentaux. Faute de recul, les bénéfices sur le long terme sont donc assez théoriques, mais quelques cas pratiques fournissent de bons indicateurs. Illustration avec le Château des apprentis d'Auteuil, à Meudon, où l'entreprise Engie Axima s'occupe de la maintenance. D'une superficie de 17 000 m², cet établissement scolaire et professionnel, bâti à la fin du 19^e siècle, a fait l'objet d'une modélisation BIM à partir d'un nuage de points produit par un scanner.

Une référence pour les appels d'offre

«Non seulement l'enveloppe géométrique a été modélisée, mais aussi les installations techniques, détaille Raphaël Contamin, directeur de la BIM Factory chez Engie Axima. Grâce à nos équipes spécialisées dans les métiers de la maintenance, chaque objet a été décrit dans la maquette BIM : catégorie, fonction, etc. Le gestionnaire s'en sert pour

lancer des appels d'offre, concernant le traitement de la charpente par exemple. Auparavant, il aurait fait appel à un géomètre expert qui aurait procédé à un relevé sur site. Désormais, les volumes et la configuration des poutres sont extraits directement de la maquette BIM. Même cas de figure si le contrat de maintenance change de prestataire : l'inventaire des équipements, obligatoire, s'effectue à partir de l'avatar numérique. Les économies sont considérables.»

A ce premier niveau, le BIM aurait déjà un effet positif, facilitant la gestion des actifs patrimoniaux, accélérant les procédures, réduisant les coûts. A un deuxième niveau, il devient un outil de terrain, au plus près des opérations. *«Les flux de données provenant des capteurs de la GTB (gestion technique du bâtiment) et de la GMAO (gestion de la maintenance assistée par ordinateur) peuvent être ajoutés de manière dynamique à une maquette BIM, poursuit Raphaël Contamin. Une fois les connexions établies entre la maquette et ces outils, il suffit de cliquer sur une centrale de traitement d'air pour visualiser la fiche technique au format PDF, vérifier l'état de fonctionnement grâce aux données des capteurs, obtenir l'historique des opérations de maintenance... Croiser ces informations est un moyen d'établir un premier diagnostic en cas d'anomalie. L'équipe de maintenance a la possibilité de mieux préparer ses interventions et de planifier son stock de pièces de rechange. Actuellement, les techniciens se déplacent sur le site, font un premier repérage, réparent l'installation en partie puis reviennent deux jours plus tard. Pendant ce temps, le client n'a toujours pas eu de réponse à son besoin immédiat.»*

La réalité augmentée s'en mêle

Ce principe sera mis en pratique par Engie Axima dans deux projets : l'IUT C, dont la construction s'achève à Roubaix, et la piscine Yves Blanc à Aix-en-Provence, dont la

réouverture est prévue en septembre prochain, suite à des travaux de réhabilitation. *«Engie Axima s'est chargée de la conception, de la réalisation et assurera l'exploitation-maintenance, explique Raphaël Contamin. De ce fait, par anticipation, la maquette BIM dessinée durant le chantier a été adaptée à ce type d'intervention. Les techniciens accédant à la maquette via une tablette, il est indispensable d'alléger le fichier pour ne conserver que les informations utiles à l'exploitation. Par exemple, le modèle 3D d'un pilier en béton est important au moment de la conception. Après, il l'est moins.»*

Depuis fin 2016, une démarche similaire a été mise en œuvre sur site Campus Hélios de Thalès, à Vélizy, dont l'exploitation et la maintenance sont à la charge de Vinci Facilities. Grâce à une application de réalité augmentée, les techniciens, munis d'une tablette, sont guidés jusqu'à l'emplacement précis de l'équipement à visiter et obtiennent toutes les informations techniques utiles. Un gain de temps appréciable quand il s'agit de se déplacer sur un site qui s'étend sur 49000 m². L'application, la géolocalisation et les connexions entre maquette BIM et GTB/GMAO ont été réalisées par la société Syntetic.

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=s6-EKg3hTBI>

En vidéo : Sur le Campus Hélios de Thalès, les techniciens de Vinci Facilities se déplacent jusqu'au lieu d'intervention à l'aide d'une tablette, qui affiche la maquette BIM en surimpression.

C'est bien l'enjeu pour qu'un tel dispositif soit complet et efficace : irriguer la maquette BIM avec des données provenant des capteurs de la GTB, des installations techniques et autres objets connectés. A l'heure du numérique, établir des passerelles logicielles n'a rien d'insurmontable. Mais cette ouverture – idée en contradiction avec la tradition dans ces filières - suscite des interrogations quant à la sécurité des équipements, aux responsabilités, etc. La situation tend à se normaliser. Vinci Facilities discute par exemple avec le Gimélec, syndicat professionnel qui fédère les industriels de l'équipement électrique et des

automatismes.

De son côté, la Smart Building Alliance milite pour que la maquette BIM et les données du bâtiment puissent être interfacées. Pour cette organisation, la donnée constitue un élément valorisable à part entière, à la source de nouveaux services et applications à destination des occupants en particulier. Vinci Facilities collabore avec la start-up Jooxter, créatrice d'un service d'optimisation d'espaces de travail basé sur des objets connectés. Et Engie Axima a développé FlexiBIM, consacré à l'aménagement des bureaux. Le BIM devient un nouveau relais de croissance pour les spécialistes du «Facility Management».

Frédéric Monflier

27/06/2018

COMMENT LE THERMICIEN ÉCONOMISE DE L'ÉNERGIE

La maquette BIM d'un bâtiment peut aujourd'hui servir de référence pour le calcul du modèle thermique. Un précieux gain de temps pour les ingénieurs des bureaux d'étude.

EnergyPlus, Pleiades ou encore ClimaWin : ces logiciels de simulation sont utilisés pour modéliser le comportement thermique d'un bâtiment, neuf ou en cours de réhabilitation, dans le but d'estimer sa consommation énergétique. Ils sont indispensables, ne serait-ce que pour vérifier la conformité du futur ouvrage à la réglementation thermique en vigueur et aux labels de performance énergétique visés par le maître d'ouvrage. Mais ils n'ont rien d'une partie de plaisir pour les bureaux d'études. «L'ingénieur thermicien doit saisir à la main de nombreux paramètres – géométrie, matériaux, environnement, climat... - avant de lancer le calcul du modèle thermique et d'analyser le confort, les déperditions, etc. détaille Donia Marzougui, ingénieur en efficacité énergétique des bâtiments BIM au sein de l'INES (Institut national de l'énergie solaire). La préparation est laborieuse. Les préconisations du bureau d'études se traduisent par des modifications de la maquette 3D de l'architecte et ainsi de suite. Chacun travaillant sur un support différent, ces allers-retours sont synonymes de perte de temps, voire d'informations.»

Le BIM est voué à fluidifier ce processus. «La maquette BIM est importée dans le logiciel de simulation, via un protocole d'interopérabilité (IFC, Green Building XML...), explique Donia Marzougui. L'ingénieur n'a plus besoin d'élaborer son propre modèle géométrique et gagne du temps. Il exécute la simulation thermique comme d'habitude et, si jamais des changements sont nécessaires, il pourra réaliser un nouveau calcul à partir de la maquette actualisée par l'architecte, sans avoir à tout recommencer. Le BIM change les pratiques du métier et requiert une période d'adaptation, mais il accélère les prises de décision, quant aux choix des

matériaux par exemple. Il permet d'examiner plus rapidement plusieurs scénarios énergétiques.»

Détection automatique de ponts thermiques

L'idée de raccourcir ces longs processus a incité le CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment) à fusionner deux outils dont il est le promoteur : eveBIM, un «viewer» gratuit pour visualiser la maquette BIM, et Trnsys, logiciel de simulation thermique dynamique considéré comme une référence. «La maquette BIM, via IFC, est désormais compatible avec Trnsys et peut être enrichie avec les propriétés thermiques des matériaux notamment, commente Paul Sette, ingénieur dans la division Système d'information et Applications métier au CSTB. La simulation s'appuie sur l'enveloppe BIM 3D existante, ce qui supprime une étape. Toutes les dimensions sont systématiquement prises en compte dans le calcul des échanges thermiques entre les pièces adjacentes, avec l'extérieur, etc. Avec l'apport de maquette BIM 3D, les ponts thermiques sont aussi détectés de manière automatique. L'ingénieur économise plusieurs jours de saisie dans les projets de grande ampleur, temps qu'il pourra consacrer à optimiser les paramètres. C'est là où se situe sa valeur ajoutée. Enfin, Trnsys est très puissant mais très exigeant. Couplé à eveBIM, il se veut plus convivial, plus accessible.»

La maquette BIM et son export ont logiquement une incidence sur la simulation thermique ultérieure. «Que ce soit pour le dessin du modèle 3D ou la création de l'IFC, plusieurs options sont possibles, mais certains choix sont meilleurs que d'autres pour que la simulation thermique soit réussie, confie Paul Sette. Le CSTB a donc édité un guide de bonnes pratiques pour accompagner les architectes et les bureaux d'études. L'apparence de la maquette ne change pas, mais les outils utilisés dans le logiciel CAO

seront mieux adaptés.»

Frédéric Monflier

BIM et énergie : formations européennes en vue

Sacré raccourci que BIMEET, qui signifie précisément «*BIM-based EU-wide standardized qualification framework for achieving energy efficiency training*». Né en septembre 2017 et prévu pour deux ans, ce projet européen réunit plusieurs organismes de cinq pays différents (France, Angleterre, Luxembourg, Grèce et Finlande), dont le CSTB et l'INES en France. Financé par le programme de recherche et de l'innovation H2020, il se consacre à la formation à l'efficacité énergétique dans une démarche BIM et cherche à impliquer tous les métiers de la construction, techniciens et ouvriers de chantier en particulier. «*Un premier état des lieux indique qu'il n'y a pas ou peu de formations sur le sujet, constate Donia Marzougui de l'INES. BIMEET s'efforcera d'améliorer les compétences et les qualifications des professionnels du secteur du bâtiment en démontrant l'utilité du BIM dans la construction durable et éco-énergétique. Les résultats seront diffusés sur la base du cadre européen de qualifications.*»

27/06/2018

LA MAQUETTE NUMÉRIQUE BOULEVERSE LES CODES DU BTP

Hésitante il y a quelques années, la filière du bâtiment a amorcé le virage du BIM et s'apprête à vivre les nombreuses transformations induites par la maquette numérique et l'approche collaborative.

Acronyme de Building Information Modeling, BIM désigne le concept de maquette numérique du bâtiment. Un plan 3D, en somme ? En vérité, la méthode va bien au-delà : dans une maquette BIM, à la différence d'une maquette 3D classique, la moindre fenêtre est nommée comme telle et constitue un objet 3D distinct, auquel sont attribués des méta-données décrivant ses caractéristiques, dont le matériau employé, le type de vitrage, etc. Le modèle résultant est suffisamment complet et explicite pour envisager de la **simulation de performances**, un exercice dont la grande industrie manufacturière est coutumière depuis 25 ans. «Alors que le BTP ne se livre qu'à des calculs réglementaires, l'industrie utilise la simulation pour vérifier que le fonctionnement d'une voiture ou d'un avion sera optimal avant même sa fabrication, explique l'architecte François Pélegrin, à la tête du cabinet d'architecture du même nom. Les détracteurs objectent que ce n'est pas nécessaire car chaque bâtiment est unique. De mon point de vue, c'est une raison supplémentaire de le définir intégralement de manière virtuelle avant de commencer le chantier. C'est la maquette BIM qui fait figure de prototype.»

Une maquette très visuelle, donc très éclairante. «Cet outil démocratise la compréhension des projets, poursuit François Pélegrin. Il facilite la lecture des contraintes issues du Plan local d'urbanisme, car celles-ci sont matérialisées en 3D. La vérification se déroule sereinement. A Bussy Saint-Georges (en Seine-et-Marne, ndlr), où seront livrés en décembre prochain 109 logements pour l'association Emmaüs, nous avons déposé en avril 2016 le premier permis de construire numérique en France et avons pu faire en deux heures avec l'instructeur, grâce au BIM, ce qui peut

nécessiter plusieurs semaines.» A fortiori quand la réalité virtuelle, prolongement naturel du BIM, est mise à contribution. «Co-développée avec BTP Consultants et Scale-1, BIM Screen, notre application de revue en projet en 3D immersive, permet de visiter le bâtiment virtuel. Le but ne change pas : il s'agit d'anticiper les difficultés futures, que ce soit pendant la maîtrise d'oeuvre ou plus tard, l'exploitation.»

L'adoption s'accélère

Ce point illustre combien le BIM ne se résume pas à un corpus de règles techniques et encourage surtout une approche collaborative. Chaque métier est invité à partager des informations et à enrichir, ce faisant, la maquette BIM qui devient le pivot du projet. Et cela même si, hélas, les intervenants ne sont pas toujours à la hauteur de leurs prétentions. «Des bureaux d'étude, des entreprises voire des architectes font de beaux discours, mais l'épreuve du feu révèle qu'ils ne maîtrisent pas le BIM» regrette François Pélegrin, qui reconnaît que le secteur est en phase d'apprentissage mais plaide pour l'honnêteté. «Sur le chantier de Bussy Saint-Georges où le BIM ne faisait certes pas partie des engagements, le bureau d'études promouvait des compétences BIM qu'il ne possédait pas au final. Nous avons dû le remplacer pour effectuer en phase concours les calculs thermiques» enchaîne-t-il.

Heureusement, l'idée et surtout les compétences progressent. Et de plus en plus vite, observe Philippe Valentin, président et fondateur de la plateforme BIM Sky : «Le sondage que nous avons réalisé il y a un an montrait encore des réticences, liées notamment à l'aspect «high tech» du BIM. Aujourd'hui, la méfiance a quasiment disparu. Les syndicats et les fédérations du BTP sont sensibilisées. Tout l'écosystème du bâtiment pousse en faveur de l'adoption du BIM, avec un effet amplificateur. » Les chiffres publiés

en mars dernier par le Plan de transition numérique dans le bâtiment (PTNB) abondent dans ce sens : fin 2017, 35% des 1360 professionnels interrogés déclaraient avoir une connaissance suffisante du BIM, soit 15% de plus qu'un an plus tôt, et 53% estiment avoir besoin de se former rapidement. La plateforme BIM Sky, créée en mars 2017, est un centre d'expertise et de formation consacré aux néophytes et aussi aux professionnels avertis qui cherchent une réponse précise. *«On essuie les plâtres depuis 2012, indique Philippe Valentin. Nous faisons profiter les entreprises de notre expérience pour leur éviter de reproduire les mêmes erreurs.»* BIM Sky assure actuellement la gestion BIM de la prochaine usine PSA au Maroc, livrée début 2019. Les lignes de production, modélisées avec le logiciel Catia, sont intégrées dans la maquette BIM, réalisée avec Revit. La maquette fera office de superviseur général pour observer comment les processus industriels et l'infrastructure du bâtiment s'interconnectent.

Les signaux étant positifs, la réglementation pour imposer le BIM, mise sur la table en janvier 2017 avant d'être reportée, n'est peut être pas une étape obligatoire. Alors que plusieurs pays l'ont inscrit dans la loi pour les marchés publics, comme le Royaume-Uni, ou prévoient de le faire, les pouvoirs publics en France misent sur l'incitation. La filière du bâtiment a de son côté signé une charte où elle s'engage à généraliser le BIM dans toute construction neuve d'ici à 2022. Le marché se structure de lui-même, semble-t-il, et *«la France, qui se croyait en retard il y a cinq ans, fait maintenant partie des bons élèves»* se réjouit François Pélegrin. Mais l'impact sera majeur sur les métiers et la façon dont ils interagissent, dans ce véritable mille-feuilles qu'est le bâtiment. *«Le BIM va bouleverser beaucoup de choses dans le jeu des acteurs, confie François Pélegrin. Les métiers qui reposent sur du code-calcul (thermique, acoustique, structure...) peuvent exécuter une simulation à partir de la maquette. L'expertise subsiste mais les autres tâches, les métrés par exemple, disparaissent et le temps passé sur le projet s'en trouve réduit. Si moi, architecte, je consacre une*

centaine d'heures supplémentaires à la réalisation d'une maquette BIM qui fait économiser une centaine d'heures au bureau d'études, je m'attends à ce que les honoraires soient renégociés. Les rapports entre fournisseurs de produits et services et concepteurs changent également, le choix d'un équipement pouvant être automatisé à partir d'une maquette BIM. Les modes de consultation seront révolutionnés.»

Un outil de contrôle-qualité

Les écueils ne manqueront probablement pas, le temps qu'une nouvelle organisation se mette en place. Mais ils ne font guère le poids au regard des bénéfices attendus, ne serait-ce que pour diminuer les erreurs de conception. *«Les reprises pour cause de non-qualité coûtent entre 10 et 15 milliards d'euros par an au secteur du BTP, soit environ 15% du chiffre d'affaire total, estime François Pélegrin. La maquette numérique permettra d'effacer une bonne partie de ce gaspillage. J'en ai fait l'expérience avec un charpentier qui travaille depuis toujours en 3D. La charpente initiale ne correspondait pas à notre projet de couverture dans la maquette, la position des velux n'étant pas respectée. Le charpentier a pu la modifier en phase de conception, s'épargnant 2000 à 3000 € de rectifications sur le chantier.»* Philippe Valentin évoque aussi des premiers retours patents : *«Pour un projet de bâtiment résidentiel collectif simple, une démarche BIM sérieuse engendre entre 7 et 24 € d'économie au mètre-carré. Et plus un projet est complexe, plus le BIM est utile.»*

Des économies seraient donc à la clé, malgré l'investissement initial, estimé par Philippe Valentin à 10000 € par personne, en additionnant les coûts du logiciel, du matériel et de la formation. Ce qui est une somme pour une TPE. Quant à la durée supérieure de la phase d'études et de conception, elle est endossée principalement par les architectes. *«Mais il faut raisonner en coût total de possession, observe Philippe Valentin. Si le projet est conduit de manière globale, et non étape par étape, et soutenu par un vrai «coach » BIM, tout le monde est gagnant, du maître d'ouvrage aux entreprises qui ont réalisé le projet. Les gains sont réalisés sur tous les postes et pour tous les*

corps de métier : consommation énergétique, approvisionnements, modes opératoires, etc. Les acteurs qui se sont engagés dans une démarche BIM ne reviennent pas en arrière. c'est la meilleure preuve que ça marche. »

Le numérique et ses dangers

La problématique de la propriété intellectuelle des données resurgit souvent quand une démarche BIM est entreprise. **«Mais ce souvent les avocats qui agitent le drapeau, tempère François Pélegrin. Depuis 30 ans, on échange des documents électroniques, des plans notamment, et personne ne s'en inquiète.»** Le danger viendrait plutôt des effets inhérents du numérique, à savoir le piratage des données et «l'ubérisation» : une IA suffisamment entraînée pourrait traiter des millions de modèles 3D pour élaborer automatiquement un nouveau projet, menaçant du même coup tous les métiers créatifs, dont l'architecture. Autodesk, dont le logiciel Revit est leader du marché, est également ciblé depuis novembre 2017 par une pétition de l'Unsfa (Union nationale des syndicats français d'architectes), qui accuse l'éditeur de commettre un «racket», ni plus ni moins. En cause : le passage du mode d'achat de licence perpétuelle à un mode par abonnement, l'augmentation jugée exorbitante du coût des mises à jour, la «confiscation» des données, hébergées désormais sur le cloud... L'éditeur s'est défendu depuis, mais l'affaire se poursuit.

Frédéric Monflier

27/06/2018

POUR ALLER PLUS LOIN

LA RÉALITÉ VIRTUELLE CIMENTERA LE BÂTIMENT DU FUTUR, FONDÉ SUR LA MAQUETTE NUMÉRIQUE

La filière du BTP a enrôlé tardivement les techniques de réalité virtuelle ou augmentée pour améliorer la conception des projets. La tendance va s'accélérer avec la généralisation de la maquette numérique.

Dans la promotion immobilière, la réalité augmentée (RA) et la **réalité virtuelle** (RV) se systématisent. «Dès qu'un nouveau programme immobilier est décidé, les grandes entreprises pour lesquels nous travaillons (Bouygues, Icade, Nexity...) demandent de plus en plus fréquemment de réaliser une application mobile dédiée et sur mesure qui sert à visualiser le projet en 3D» confie Xavier Gallée, responsable commercial pour l'industrie chez Artefacto, une agence spécialisée dans la RA, la RV et la modélisation 3D. La maquette 3D du bâtiment s'affiche automatiquement sur le smartphone ou la tablette à partir d'un plan 2D, identifié au préalable par l'application logicielle. Ou mieux encore : lors d'une visite sur le site, une fois la tablette pointée dans la bonne direction, le **bâtiment virtuel** se construit à l'endroit précis où il sera érigé plus tard, alors que la première pierre n'a même pas été posée. «C'est un outil d'aide à la décision ou à la conception pour l'architecte, qui visualise le projet architectural, ses variantes, l'intégration dans l'environnement réel, poursuit Xavier Gallée. C'est également utile lors des réunions sur place avec les élus locaux ou le futur acquéreur, qui a possibilité de voir le futur bâtiment en situation.» Chez Bouygues Constructions, la finalité de l'application Ramby Outdoor est comparable.

L'agence Artefacto maîtrise le procédé depuis cinq à six ans désormais. Le prochain défi consiste à déployer une solution plus autonome. «Aujourd'hui, l'agence récupère le fichier SketchUp ou Revit/BIM (Building Information Mode-

ling) de l'architecte et conçoit l'application à partir des ces données, explique Xavier Gallée. L'objectif serait de fournir une plateforme en «back office» pour que le promoteur puisse lui-même charger les données **BIM** et obtenir l'application de RA appropriée sur site. L'attente est également forte de la part des constructeurs. L'idée serait que le maçon et l'électricien, en réunion sur le chantier, puissent visualiser en RA l'un les murs porteurs, l'autre le câblage électrique. Superposer la maquette BIM et l'image réelle serait intéressant pour suivre le chantier en cours, améliorer la communication entre les corps de métier, contrôler la qualité de mise en œuvre, connaître l'état d'avancement et le planning... Or, un fichier BIM, qui s'apparente à la carte Vitale du bâtiment, contient de multiples calques et se révèle lourd et exigeant. La difficulté, c'est de le transposer d'une station de travail du bureau d'études à un outil mobile comme une tablette, à la puissance et la capacité mémoire bien inférieures. Notre projet de recherche, qui vise à conserver l'intelligence et la souplesse du fichier BIM sur une tablette, est cependant finalisé et ne tardera pas à être commercialisé.» Autre problématique : la filière du BTP, réputée peu encline aux transformations numériques, se convertit très doucement au BIM. Les grands acteurs du bâtiment ont toutefois signé une charte en septembre dernier et s'engagent à généraliser le BIM dans le neuf d'ici à 2022.

Améliorer la perception d'un projet

Par analogie avec d'autres industries, la RV est un autre prolongement potentiel de la maquette numérique. La visite d'un bâtiment virtuel mis à l'échelle et l'immersion 3D dans les volumes intérieurs favorisent la perception de l'architecture et de l'aménagement, la compréhension d'un projet

et la prise de décision. Le postulat est valable tant pour le particulier qui prospecte un bien immobilier avant l'achèvement, que pour le client professionnel qui inspecte ses futurs locaux. Le spécialiste de l'immobilier d'entreprise JLL, par exemple, a mis au point une application de réalité virtuelle et augmentée, grâce à laquelle le preneur visite virtuellement ses futurs bureaux et choisit les finitions, à l'aide d'un casque de réalité virtuelle ou mixte. C'est aussi un casque de réalité virtuelle, en l'occurrence le HTC Vive, dont fait usage le groupe Legendre. Pendant la phase de conception, le client – maître d'ouvrage, promoteur... - a l'occasion de parcourir le clone virtuel du futur ouvrage, de valider le projet en l'état ou de demander des modifications. Il a la possibilité de faire varier l'heure de la journée pour vérifier comment évoluent les conditions de luminosité et les ombres portées. L'outil, différenciant, est à la disposition des forces commerciales du constructeur et valorise leur argumentaire auprès des décideurs. Il est également au service de la formation professionnelle, notamment sur les problématiques de sécurité sur les chantiers. Bouygues Construction et HTC ont récemment entrepris une démarche similaire concernant la prévention des risques sur les sites de construction.

Le groupe Legendre utilise des casques de réalité virtuelle pour ses clients, ses commerciaux et ses compagnons.

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=S1qb7L80wZM>

Ces techniques d'immersion et de virtualisation vont au-delà des murs d'un simple bâtiment. Illustration avec le réaménagement du quartier Bastide Niel à Bordeaux, qui s'étend sur 35 hectares, et qui l'objet d'un projet de recherche RA/RV par la société Immersion. «*L'objectif est de réaliser la maquette numérique de cette zone d'aménagement concertée puis, au fur et à mesure des constructions, de la mettre à disposition des corps d'Etat, des agents de la ville, des promoteurs et des citoyens, explique Christophe Chartier, PDG d'Immersion. Avec des outils de réalité virtuelle et de réalité mixte, tout le monde pourra s'approprier au plus tôt l'évolution du quartier. C'est de la co-construction. Le citoyen pourra se téléporter dans un appartement,*

le situer par rapport à l'école ou à la crèche et vérifier les points de vue de chaque fenêtre. Nous avons mis au point un prototype, basé sur les lunettes HoloLens, qui permet de superposer la maquette physique et des informations, telles que les prévisions de flux des transports.» La maison hébergeant ce projet sera bâtie au premier semestre 2018.

Dans la plupart de ces cas d'usage et hors chantier, les casques grand public s'imposent du fait de leur prix de plus en plus abordable. En revanche, le principe du Cave (ou salle immersive 3D, NDLR), déjà ancien dans la conception automobile ou aéronautique, est récent dans le BTP. L'organisation du travail et les besoins diffèrent. Par exemple, un bâtiment, contrairement à un avion ou une voiture, est unique et n'est jamais précédé par un prototype. En France, la première salle immersive et stéréoscopique dédiée a été installée fin 2014, au siège de Bouygues Construction à Guyancourt, et assiste les ingénieurs pendant la conception, entre autres fonctions. Dans la foulée de la généralisation du BIM et de la baisse constante des prix, les grands du BTP ne manqueront probablement pas d'adopter cet outil complémentaire. Il est aussi question de concurrence et d'image de marque.

Frédéric Monflier

29/11/2017

LES FONDAMENTAUX DU BIM

Le BIM (Building Information Modeling), ou modélisation de l'information, est un processus qui vise idéalement à faire collaborer l'ensemble des acteurs d'un projet de construction autour d'une maquette numérique.

Le BIM n'est pas une révolution, mais une évolution qui mobilise tous les acteurs de la filière BTP et impacte à la fois le fonctionnement interne des entreprises de construction et les relations entre les différents intervenants sur un même projet.

L'émergence du BIM est intimement liée aux nouvelles technologies. Les logiciels bien sûr, mais également les matériels permettant la capture et le transport des données. Cette caractéristique fait du BIM un concept et des méthodes en perpétuelle évolution.

Le BIM concerne l'ensemble du cycle de vie d'un ouvrage. Il est, par conséquent, nécessaire de décrire l'usage du BIM et ce qu'il apporte tout au long des différentes phases d'un projet :

- la conception et le chiffrage ;
- les études d'exécution ;
- la fabrication et l'omniprésence du numérique utilisé historiquement pour l'automatisation de la production en construction métallique et en construction en béton préfabriqué ;
- la construction sur site et l'impact du [BIM sur la relation étude/chantier](#). L'information doit circuler de façon bidirectionnelle. Le chantier accède aux données du modèle BIM et peut, entre autres, renseigner ce dernier sur l'état d'avancement du montage de la structure ou des phases de coulage du béton.

Le BIM s'adresse à tous les intervenants et à toutes les étapes.

Le BIM change la façon de travailler des maîtres d'ouvrage en phase d'étude de faisabilité et de conception (délais de construction, critères financiers, performances énergétiques et environnementales, qualité des bâtiments) et des

[architectes](#) (respect des normes en vigueur, gestion des modifications, visualisation de la maquette 3D, collaboration). Une fois la construction terminée, le modèle virtuel 3D est transmis au propriétaire de l'ouvrage avec toutes les informations nécessaires pour la [gestion des installations, les travaux d'entretien et les modifications éventuelles](#). La maquette numérique est également utile en phase de déconstruction de l'ouvrage.

De la maîtrise d'ouvrage au constructeur, des commanditaires aux sous-traitants, un nombre important de sociétés peuvent collaborer et partager l'information autour de maquettes numériques. Il apparaît clairement qu'il n'y a pas qu'un seul BIM, mais différentes maquettes en fonction des phases du projet. La mise en place de méthodologies, l'utilisation de normes et de protocoles BIM internes aux sociétés sont indispensables pour une gestion optimale du projet.

BIM est un acronyme anglo-saxon qui signifie « Building Information Modeling ». Le M identifie dans certains cas « Model » ou « Management ».

En français, il est possible de le traduire en « modèle d'information du bâtiment » ou « modélisation de l'information du bâtiment », ou encore « gestion de l'information du bâtiment ».

Le terme de « maquette numérique » est également fréquemment utilisé en France.

Son origine

Le BIM ou la BIM est un concept relativement ancien. On attribue en effet la paternité du BIM à Charles M. Eastman, professeur au Collège d'Architecture et d'informatique de l'institut Georgia Tech. Ce dernier a travaillé sur le BIM fin 1970, début 1980. Charles Eastman est le co-auteur d'un ouvrage de référence publié en 2008 puis révisé en 2011, le BIM Handbook . Il a été un des pionniers dans le déve-

veloppement de logiciels de modélisation 3D paramétrique pour l'Architecture et l'ingénierie de la construction et a dirigé de nombreux projets de recherche depuis le milieu des années 1970.

Le développement du concept BIM va de pair avec l'apparition des logiciels de conception et/ou fabrication assistée par ordinateur CAO/CFAO 3D. Au début des années 1980, les premières solutions commerciales sont apparues.

Citons, comme **exemple** l'application ArchiCad (Éditeur : Graphisoft) pour la modélisation architecturale.

L'amélioration des performances des ordinateurs, la baisse de leurs coûts (PC) et l'usage d'interfaces graphiques interactives ont ensuite permis le développement de solutions dites 2D, puis 3D pour la filière construction.

Objectifs

La filière « Construction » au sens large n'est pas réputée pour son haut niveau de productivité. C'est une industrie qui fait (ou faisait) face à de gros problèmes de qualité. La maquette numérique est un des éléments de réponse à la non-qualité. La maîtrise d'ouvrage a deux exigences : que les délais soient respectés et qu'il n'y ait pas de dépassement des budgets. Améliorer la qualité est très clairement l'objectif majeur du BIM.

C'est un énorme défi car le BIM est avant tout un changement d'attitude et un changement des habitudes

Maquette numérique

Le BIM est un processus de génération des données pour la conception et la construction d'un bâtiment et d'exploitation de ces informations sur le cycle complet de vie de l'ouvrage.

L'une des caractéristiques de l'approche BIM est l'échange autour de modèles virtuels de bâtiments créés numériquement. Ces modèles facilitent la conception, l'analyse et le contrôle en comparaison avec les procédures manuelles.

La forme la plus aboutie de cette démarche est le travail collaboratif autour de la maquette numérique qui peut être interne à une entreprise ou entre les différents intervenants

dans la réalisation d'un projet.

Le BIM est un outil d'information puissant qui ne concerne pas uniquement le bâtiment mais également les infrastructures. Par conséquent, il existe différents formats de maquette numérique, depuis la représentation à l'échelle d'une ville facilitant la prise de décisions en termes d'aménagements urbains jusqu'à la modélisation d'un ouvrage complet incluant le détail des systèmes constructifs.

Dans le cadre du BIM pour la structure, un modèle virtuel 3D est composé de tous les objets et les assemblages d'objets utilisés dans le projet en cours.

• Objets BIM

Les objets BIM sont des composants uniques (poutre, voile, plaque, boulon...). Ils possèdent des paramètres pour la définition des caractéristiques géométriques (profil de l'élément, dimensions de la section, longueur...). La valeur de ces paramètres a une influence sur l'apparence physique des objets.

Ces composants peuvent également contenir, sous la forme d'attributs, les informations nécessaires pour les concevoir, les positionner, les spécifier et les analyser :

- matériau utilisé ;
- type de protection ;
- couleur d'apparence ;
- spécifications techniques du fabricant ;
- propriétés d'analyse ;
- classes d'exécution ;
- performance thermique ;
- durée de vie ;
- date de mise en fabrication et/ou de montage ;
- etc.

La maquette numérique ou BIM offre aux différents intervenants la possibilité de concevoir et de valider les choix à chaque stade d'avancement d'un projet.

Différents niveaux de développement pour la représentation des éléments de la maquette numérique (appelés « LOD » de l'anglais Level of Development) ont été adoptés au niveau international, depuis l'esquisse en phase de conception, jusqu'à la définition détaillée de l'ouvrage tel

que construit.

La mise en pratique des outils et processus BIM ne fait que débuter. Les technologies vont évoluer et s'améliorer. Nous pensons en particulier aux technologies de scannérisation et de vectorisation des ouvrages. Les formats d'échanges s'améliorent également et de plus en plus d'applications seront certifiées IFC. Le risque existe néanmoins de voir s'imposer des formats natifs ou des plateformes collaboratives propriétaires. Cela nuirait grandement à la diversité des solutions et aux bienfaits de la concurrence. Des associations et initiatives gouvernementales agissent pour promouvoir des formats neutres et des pratiques dites OpenBIM. Nous pouvons citer et souligner les actions de Mediaconstruct (le chapitre français de buildingSMART International) et du PTNB.

27/06/2018

L'INDUSTRIE FRANÇAISE DU FUTUR EN ORDRE DE MARCHÉ

Cette rentrée 2017 se place sous le signe de plusieurs initiatives pour une (ré)industrialisation dynamique de la France. Au programme : nouvelle gouvernance et feuilles de routes sectorielles pour l'industrie du futur.

Début octobre, le ministre de l'économie, Bruno Le Maire, a donné le La avec l'annonce de la très prochaine nomination d'un commissaire interministériel à la réindustrialisation qui aura pour rôle de «*prévenir les risques de fermetures d'usines*» et d'«*accompagner les industries*». Deux jours avant, il présentait le nouveau label de la France industrielle, le French Fab, qui espère copier la réussite du label French Tech créé pour soutenir la croissance des start-up. Symbolisé par un coq bleu en origami, cette marque portée par Bpifrance pourra être attribuée aux entreprises innovantes, collectives, qui se digitalisent, qui s'exportent... Elle doit devenir une vitrine pour l'élite de l'industrie française. Le ministre a par ailleurs expliqué que l'objectif est de créer des accélérateurs pour PME et ETI partout sur le territoire afin de les faire devenir des «*champions de l'export*».

De leur côté, les patrons de l'industrie ont annoncé la création de France industrie, une structure unique commune qui regroupe le Cercle de l'industrie et le Groupement des fédérations industrielles (GFI) afin que PME, ETI et groupes industriels parlent d'une même voix.

Enfin, côté opérationnel, l'Alliance industrie du futur (AIF) a présenté le fruit d'un travail qu'elle mène depuis début 2017 sur les opportunités et le déploiement de l'industrie du futur pour six filières sectorielles majeures en France : l'aéronautique, l'automobile, le ferroviaire, l'agroalimentaire, la construction et le naval. [Les résultats](#) font à la fois le bilan de chacune des filières et mettent en exergue comment l'industrie du futur peut les aider à se (re)dynamiser.

Intégrer l'ensemble de la chaîne

Le défi commun à toutes ces filières pour entrer pleinement dans l'industrie du futur, c'est de réussir à intégrer l'ensemble de la chaîne de valeurs et de sous-traitants dans la transformation numérique et de veiller à l'interopérabilité des différents systèmes choisis dans les entreprises. Deux études (*) viennent d'ailleurs d'être publiées s'alarmant du manque d'intérêt et d'actions des PME vers la digitalisation et du risque de voir certaines PME décrocher du marché. Manque de capacité d'investissement, désintérêt dû à une méconnaissance des bénéfices que l'on peut en tirer, peur de l'inconnu et de l'échec sont parmi les principaux freins identifiés. Selon les filières l'intégration sera plus ou moins facile : dans l'aéronautique et l'automobile ou les constructeurs sont extrêmement prescripteurs pour les sous-traitants cela devrait donc se faire plus naturellement que pour l'agroalimentaire ou la construction où la fragmentation du marché constitue un obstacle évident.

Etudes par filière : pour quoi faire ?

Grâce à ces études par filière, l'AIF propose une feuille de route pour le déploiement de la digitalisation et des nouveaux outils industriels à disposition des toutes les parties prenantes : instances représentatives, investisseurs, acteurs de l'innovation et ce sur toute la filière de l'amont à l'aval. L'objectif affirmé est de «*créer de la mobilisation et de l'appropriation*». Le diagnostic et donc les remèdes préconisés sont différents selon les filières et les enjeux identifiés. Le document publié par l'AIF propose pour chaque enjeu identifié les solutions que l'industrie du futur peut offrir à court, moyen et long terme et soumet des exemples d'entreprises ayant mis en place ou entamé des initiatives dans ce sens.

Aéronautique : flexibilité et services

Affichant une valeur ajoutée et une productivité positive et en progrès grâce à des investissements importants, l'indus-

trie aéronautique doit faire face à une demande de livraison importante, une mondialisation toujours accrue des schémas industriels, des évolutions dans l'après-vente et l'apparition de technologies de rupture dans la conception de produits (impression 3D par exemple). Le cabinet de conseil Roland Berger préconise donc de « développer la flexibilité de production, réduire les coûts et poursuivre les améliorations de produits et services ». Parmi les outils proposés, la généralisation de la virtualisation des lignes de production : en élaborant une simulation du processus complet de fabrication, on peut utiliser le « jumeau numérique » pour estimer les impacts d'un changement sur la ligne et ainsi optimiser les moyens et les temps de lancements et de mise en place par exemple. Trois études de cas illustrent différentes solutions mises en place chez Airbus, Figeac Aéro ou Thalès.

Construction : maîtriser l'organisation et les défauts

Aujourd'hui, la filière construction doit faire face à des évolutions du marché et à un environnement plus technologique et plus exigeant en matière de qualité, d'organisation des opérations. L'analyse menée par Accenture estime que la filière « devra entre autre adopter les nouvelles méthodologies d'innovation et d'accélération go-to-market, accroître l'efficacité de sa chaîne d'approvisionnement, réduire les risques d'accidents, fluidifier le partage d'informations (notamment liées aux projets) entre les différents acteurs / projets, et transformer son business model pour gagner en agilité dans un monde en constante évolution ». Parmi les solutions de l'industrie 4.0 qui peuvent contribuer à relever ces défis : le BIM, les matériaux augmentés (connectés et/ou éco-responsables), les travailleurs et équipements augmentés (mobilité, capteurs, drones, cobotique, réalité augmentée...) et l'analytique couplé au Big Data.

Ferroviaire : assurer l'avenir en se diversifiant

Même si le secteur affiche de bons résultats, l'avenir reste incertain car la mobilité évolue et la concurrence internationale s'est développée. Le rapport souligne la nécessité pour cette filière de repenser sa relation client en se diversifiant et en développant de nouveaux services, de monter

en qualité opérationnelle (améliorer sécurité, sûreté, maintenance et aide à l'exploitation), moderniser l'outil industriel en le rendant plus flexible pour faire face à une baisse des activités à court terme. Parmi les solutions identifiées, le développement d'outils de cybersécurité (anti-intrusion pour les infrastructures, billettique, supervision), l'introduction de robotisation et d'automatisation (pour assemblage des lignes et maintenance), le déploiement de la maintenance prédictive (réseaux de capteurs, automatisation de l'inspection, réalité augmentée), objets connectés et Big Data (autour du client pour développer les services). Le rapport met en exergue l'emploi des drones à la SNCF et la poursuite de l'automatisation de la ligne de 4 du métro à la RATP.

Automobile : retrouver de la valeur ajoutée

Depuis la crise, la valeur ajoutée de l'industrie automobile française s'est fortement réduite. La faible rentabilité a entraîné une réduction des emplois et de l'investissement.

Selon Accenture, pour redynamiser le secteur, il faut « améliorer la compétitivité, préparer le véhicule et les services du futur et se développer à l'international ». La difficulté pour cette filière réside dans le fait que pour accéder aux solutions proposées par les nouveaux outils industriels, il faut un changement des pratiques important et ce pour l'ensemble des acteurs de la filière. Par exemple l'introduction de la virtualisation des lignes de production ou la traçabilité des flux et de la supply chain doit se faire en intégrant les fournisseurs et les constructeurs pour que le bénéfice se fasse ressentir et qu'il y ait une véritable amélioration. Le cabinet Roland Berger a mené une étude prospective sur une usine équipementière et après implémentation des solutions de l'industrie 4.0 prévoit une rentabilité des capitaux investis (ROCE) de 42% au lieu de 15% auparavant.

Naval : moderniser la production

Depuis trois ans le secteur s'est relancé mais pour préserver l'avenir il faut à présent augmenter la compétitivité de la production. L'innovation est au centre de la stratégie des acteurs français et l'industrie 4.0 propose des solutions idéales pour réduire les coûts et assurer ce positionnement.

Comme pour les autres filières, de nombreuses améliorations dans le process de fabrication et dans la communication entre les donneurs d'ordre et les sous-traitants permettraient de réduire les délais et d'améliorer la qualité, la flexibilité et le suivi : maquette numérique partagée, travail collaboratif, réalité virtuelle et simulation tant pour la fabrication que pour la présentation au client, robotisation/automatisation pour la fabrication et la maintenance...

Agroalimentaire : une industrie prise en étau

L'Ania (association nationale des industries agroalimentaires) résume la situation difficile de son secteur par ces mots : « *LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ÉVOLUENT ENTRE UN AMONT DONT LA COMPÉTITIVITÉ S'ÉRODE ET UN AVAL DONT LE POIDS DE NÉGOCIATION AUGMENTE* ». Les marges diminuent et pour retrouver une bonne croissance cette filière doit jouer sur plusieurs leviers. A titre d'exemple, concernant l'amont de la filière, l'industrie du futur peut apporter plusieurs améliorations : en accompagnant une agriculture plus productive, rentable et raisonnée via l'utilisation de robots, capteurs, drones, algorithmes prédictifs ; en sécurisant les approvisionnements grâce à des plateformes big data et des analyses prédictives ; en reliant traçabilité et valeur ajoutée et en limitant le gaspillage via la création de blockchain, de plateformes collaboratives, d'outils de gestion du cycle de vie.

(*) [Etude BVA pour l'association la Villa Numéris sur les salariés et la transformation digitale](#)

[Etude de la Bpifrance](#) intitulée «*Histoire d'incompréhension : les dirigeants de PME et ETI face au digital*»

Sophie Hoguin

09/10/2017

UN NOUVEAU PLAN DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

Chaque gouvernement annonce son plan quinquennal de rénovation énergétique des bâtiments pour atteindre le but tant recherché de rénover 500.000 logements par an. Tout le parc devra être rénové suivant la norme BBC en 2050. Lumière sur les 5 mesures phares de ce nouveau plan du gouvernement Macron.

Nicolas Hulot, ministre de la transition écologique et solidaire, et Jacques Mézard, ministre de la Cohésion des territoires ont présenté leur nouveau **plan de rénovation énergétique des bâtiments**. Il est issu de plus de trois mois de concertation, de novembre 2017 à janvier 2018, avec tous les acteurs concernés, et de plus de 550 contributions recueillies en ligne.

Le gouvernement rappelle que le secteur du bâtiment représente 45 % de la **consommation d'énergie** finale et 27 % des émissions de gaz à effet de serre nationales. Par ailleurs, 7 millions de **logements sont mal isolés**, 14 % des Français disent avoir froid chez eux en hiver et 3,8 millions de ménages ont des difficultés à payer leur **facture énergétique**. D'où l'urgence qu'il y a à lancer des rénovations ambitieuses.

Accélérer encore et toujours la rénovation

Le gouvernement entend donc mettre les bouchées doubles pour accélérer la rénovation énergétique de tous les bâtiments, notamment pour les ménages modestes. Son plan comprend une feuille de route en 4 axes, 12 actions et 32 mesures. Objectif prioritaire : rénover 500.000 logements par an, dont 100.000 passoires thermiques (étiquetées de E à G) dans le parc social et 150.000 appartenant à des ménages propriétaires modestes. En somme, la moitié des rénovations annuelles devrait venir en soutien aux ménages les plus modestes. Enfin, 15 % d'économies d'énergie devront être réalisées d'ici 5 ans pour le parc

immobilier de l'État, par rapport à son niveau de 2010.

Au total, le plan représente environ 14 milliards d'euros de soutien sur le quinquennat. Dans le détail, 1,2 milliard d'euros seront consacrés à l'Agence nationale pour l'amélioration de l'habitat (Anah) pour rénover 375.000 logements de ménages aux revenus modestes. En plus, 3 milliards d'euros de prêts bonifiés seront accordés aux bailleurs sociaux pour la rénovation de 500.000 logements. Encore à destination des ménages, 5 milliards d'euros seront alloués aux certificats d'économie d'énergie (CEE) sur trois ans, avec une part réservée aux foyers aux revenus les plus modestes. Ensuite, 4,8 milliards seront consacrés aux bâtiments publics : cités administratives, écoles, hôpitaux, etc. Et 200 millions d'euros sur trois ans, pour l'innovation, la formation et la solidarité grâce aux programmes (CCE).

Remplacer le crédit d'impôt par une prime forfaitaire

La mesure phare de ce plan est le remplacement du crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE) par une prime d'un montant forfaitaire par type d'équipement dès 2019. Alors que les ménages bénéficiaient du crédit d'impôt l'année fiscale suivant leurs travaux, la prime sera désormais immédiate, sur présentation des justificatifs. Par ailleurs, l'éco-prêt à taux zéro, qui permet de payer le reste à charge, va être revu et mis en cohérence avec la prime. Les démarches seront simplifiées et les conditions pour en bénéficier plus claires.

Un fonds de garantie pour les ménages aux revenus modestes

Malgré de nombreuses aides, les dispositifs existants ne financent pas la totalité des coûts de rénovation. Dans ces conditions, les moins bien lotis ont du mal à entreprendre ces travaux, ne pouvant accéder aux prêts bancaires. Pour y remédier, un fonds de garantie pour la rénovation éner-

gétique sera créé. Financé par EDF grâce au dispositif des certificats d'économies d'énergie (CEE), il sera doté de 57 millions d'euros sur trois ans. Il assurera ainsi des prêts garantis, pendant 3 ans, à 35.000 ménages modestes. Ce fonds permettra également de garantir les prêts collectifs de plus de 6.500 copropriétés par an pour leurs travaux de rénovation.

Une étiquette énergie des logements plus fiable

Les critiques sont récurrentes concernant le diagnostic de performance énergétique (DPE). Il n'existe pas de méthode normalisée et les résultats varient énormément en fonction des diagnostiqueurs. Un contrôle renforcé sera mis en place dès le printemps 2018 et le DPE sera techniquement fiabilisé. Si l'étiquette énergétique s'avère incorrecte, il sera simple de la contester d'ici mi-2019.

Mieux former les professionnels et contrôler les travaux

Le label RGE (reconnu garant de l'environnement) permet d'identifier les professionnels compétents pour réaliser des travaux de rénovation énergétique. Seuls les travaux menés par des professionnels RGE sont actuellement éligibles au crédit d'impôt. Le label sera encore amélioré, 65.000 professionnels seront mieux formés et le contrôle de la qualité des travaux effectués par les professionnels RGE sera renforcé. L'éco-conditionnalité des aides s'appliquera à la prime qui va se substituer au CITE, comme à l'éco-PTZ.

Les prix des travaux seront également rendus plus transparents grâce à la création d'un Observatoire de la rénovation énergétique. La filière immobilière, notamment les syndicats de copropriétés, sera formée pour mieux maîtriser les enjeux énergétiques.

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

14/05/2018