

Les nouvelles pratiques du BTP



INNOVATIONS

La construction hors-site

Page 26

Le VORTEX

un projet hors normes

Page 43

DOSSIERS

L'impression 3D

Pages 25

Bétons bio-sourcés

Page 41

PERSPECTIVE

Les bâtiments de demain
seront vivants

Page 65



IMT Lille Douai
Alumni



IMT Mines Albi-Carmaux
Alumni



IMT Mines Alès
Alumni



GROUPE LEVERRIER

BÂTIMENT

GRANVILLE
TÉL : 02.33.50.61.36

LIMOGES
TÉL : 05.55.34.21.27

LE HAVRE
TÉL : 02.35.41.12.44

NANTERRE
TÉL : 01.47.25.55.90

LE MANS
TÉL : 02.43.85.20.54

VIRE
TÉL : 02.31.67.53.22

SIÈGE SOCIAL : **61100 FLERS**
TÉL : 02.33.65.10.99

GROS ŒUVRE
SNTPF
CARRELAGE

CONSTRUCTION
MANOURY
PAVILLONS - AGRICOLE

61100 Flers
02 33 64 23 21



AUTOMOBILE

Location de Véhicules : Tourisme - Collection - Prestige - Sport



St Georges des Groseillers

02 33 64 13 33

Mondeville

02 31 82 27 00

Angers

02 41 25 04 04

Nanterre

01 41 19 29 60

Garages : Achat/Vente - Entretien - Carrosserie - Pneumatiques



La Selle la Forge
02 33 65 07 70

Mondeville
02 31 82 27 00



FLERS CARROSSERIE
02 33 64 00 97



La Selle la Forge
02 33 66 66 66

Pont l'Évêque
02 31 65 00 67

INDUSTRIE



55190 Sorcy-Saint-Martin - 03 29 92 15 05

>> Éditorial



Mathieu Charbonnier
IMT Lille Douai, promo 2010

"Quand le bâtiment va, tout va", déclara un jour de 1850 l'ouvrier Martin Nadaud à la Chambre de députés (élu montagnard de la Creuse, il finit sa carrière comme préfet).

Nos écoles ne s'y sont pas trompées en diversifiant leurs formations avec l'étude de la construction de bâtiment et en "travaux publics". Il est vrai que les économies d'après Guerre ont grandement reposé sur les "grands travaux" et les pétro-dollars du Plan Marshall.

L'Homme a toujours voulu (s')édifier pour des raisons sociales. Au-delà de l'aspect purement utilitariste, il s'agit aussi de marquer son époque. Songeons par exemple à la course aux grattes-ciels, dominée par les États-Unis puis les Emirats et la Chine.

Les travaux d'infrastructures, quant à eux, ont permis et facilité la circulation des personnes et des biens. Des ouvrages emblématiques comme le Pont du Gard ou le Viaduc de Millau (séparés de près de 19 siècles !) marquent leur paysage et les esprits de ceux qui ont pu les contempler.

Innové dans ce secteur, c'est finalement être plus efficace et s'adapter à de nouvelles contraintes, de coût, de matière première, d'environnement. Très ancien, le BTP est l'un aussi des plus perméables aux nouvelles pratiques techniques.

Alors que notre pays engage un vaste plan de relance, l'orientation qui sera prise nous permettra de vérifier si le secteur du BTP conserve son importance, ou incarne davantage de sobriété.

Bonne lecture ! ■■■

Au XIV^e siècle Charles IV, Empereur du Saint Empire, souhaita relancer l'économie du pays en construisant un pont à Prague. Le maître d'œuvre recommanda d'ajouter des œufs à la chaux pour consolider l'ouvrage. Mais les œufs arrivant dans la capitale n'étaient pas assez nombreux... Le souverain ordonna alors que tous les propriétaires de poules apportent chaque œuf pondu sur le terrain de sa propriété.

Conformément à l'arrêté royal, des corbeilles, paniers, caisses et chariots remplis d'œufs affluèrent dans Prague. Les habitants de Velvary, ville un peu éloignée, craignaient que les œufs se brisent en chemin. Ils décidèrent donc de les faire cuire avant de les envoyer !

Quelques chiffres

CA mondial : **10 000 milliards** de dollars
13% du PIB mondial
25 à 30% des déchets de l'Union Européenne
52% des tâches pourront être robotisées en 2052

Source : Etude McKinsey «Reinventing Construction : A route to higher productivity», Février 2017.

Nous vous invitons donc au travers de ce numéro de Minerai à découvrir comment les ingénieurs peuvent jouer un rôle dans ce secteur d'activité.

Rédaction
Mathieu Charbonnier

Maquette, illustration et mise en page
Option Création

Impression
Société d'Édition de Formation Européenne
1750 exemplaires

ISSN
2275-0568

Sauf mention contraire, les illustrations sont créditées à l'auteur de l'article.

Numéro 9

>> Sommaire

- 04 Actualité des Associations
- 06 Actualité des Écoles
- 09 Actualité des Élèves
- 10 Interviews

Quelles nouvelles pratiques pour le BTP

- 12 Quelles nouvelles pratiques pour le BTP
- 19 Interview

L'innovation technique

- 23 Le BIM gérer les projets de construction avec l'outil digital
- 26 La construction hors-site
- 29 La surélévation

De nouveaux matériaux

- 33 L'impression 3D de bâtiments l'expérience de Bouygues Construction
- 38 Un partenariat d'innovation dans le domaine des matériaux routiers
- 41 Bétons bio-sourcés

L'évolution des grands projets

- 43 Le VORTEX - Un projet hors norme
- 44 Le Viaduc OA6 de Perpignan - Réalisation innovante
- 51 Délais et rentabilité : la complexité des travaux ferroviaires
- 53 Interview

L'enjeu environnemental

- 57 EnergieSprong
- 61 Évolution du métier d'ingénieur travaux et prise en compte de l'impact environnemental
- 65 Les bâtiments de demain seront...vivants



Mission accomplie

L'association Mines Alès Alumni est heureuse d'annoncer que pratiquement un an, jour pour jour, après sa nomination par protocole judiciaire, le Conseil d'Administration transitoire a rempli sa mission de doter Mines Alès Alumni d'un nouveau règlement intérieur et de nouveaux statuts.

En effet, l'assemblée générale extraordinaire du 08 janvier 2020 a validé les projets qui lui étaient soumis.

C'est l'aboutissement d'un important travail de concertation et de synthèse auquel ont été associés diplômés de toutes générations et

élèves. C'est surtout, espérons-le, grâce à ces nouveaux outils, l'occasion d'un nouveau départ pour notre association, dans une ambiance plus sereine et apaisée.

Nous remercions toutes celles et tous ceux qui ont œuvré pour la réussite de cette mission (administrateurs, Comité de suivi, diplômés, élèves et permanents de l'association) et souhaitons vous compter nombreux parmi nos membres en 2021 afin de constituer un réseau fort et solidaire.

Le Bureau de Mines Alès Alumni.



Nouveau Comité National

Le nouveau Comité National est composé des membres élus suivants :

Président : Mathieu CHARBONNIER (2010)

Trésorier : Jean-Dominique BONFILS (1994)

Secrétaire-Général : Théophile SEMPE (2020)

Vice-Présidents : Jean-Claude DURIEZ (1971)
Simon HAVET (2019)
Alain SCHAPMAN (1973)
Benoit THIRION (2008)

Autres : Guillaume BLANCHOZ (2011)
Ludovic DESGARDIN (2000)
Asmaa KACIMI (2019)
Roger MAJEROWICZ (1986)
Jean-François STACHERA (2006)

S'ajoutent au comité national les 4 représentants des élèves ainsi que les responsables de groupes professionnels et régionaux.

MENTORING

une collaboration entre l'École des Mines d'Alès et son association

Mines Alès Alumni s'efforce de se challenger afin de vous proposer des nouveaux services plus actuels. Aussi, deux nouveaux services ont vu le jour au sein de l'association en 2020.

Tout d'abord, depuis la rentrée de septembre 2020, étudiants et diplômés ont la possibilité d'acquérir vêtements et goodies à l'effigie de l'association et de l'école, via shop.mines-ales.org. Nos diplômés, parfois nostalgiques de leurs années passées à la MEUH, peuvent ainsi développer un sentiment d'appartenance au campus.

La rentrée de septembre a également été l'occasion pour vous de découvrir une toute

nouvelle rubrique sur mines-ales.org : la page Bons Plans Alumni.

Comme son nom l'indique, cette page regroupe différentes offres, à destination de nos cotisants, négociées par l'association dans le cadre de partenariats. Vous pouvez donc désormais obtenir des réductions sur la boutique en ligne de Mines Alès Alumni et sur les offres de location de véhicules de la société SIXT.

Vous êtes une entreprise et souhaitez mettre en place un partenariat dans le cadre de cette page Bons Plans Alumni, n'hésitez pas à nous contacter via communication@mines-ales.org



Des nouvelles de nos élèves

2020 nous aura appris que rien n'est acquis et qu'il faut parfois redoubler d'efforts pour se surpasser, se réinventer et s'adapter.

C'est ce qu'ont fait les organisateurs du Grand Bol d'Art et du Tremplin de la Meuh Folle pour maintenir leurs événements. Les premiers, dont l'objectif était de promouvoir l'art sous toutes ses formes au cours du week-end du 03/10/2020, ont rapidement adapté les activités pour se conformer au strict respect des gestes

barrières (projections de courts métrages en plein air, une initiation jugée trop à risque remplacée par une autre, etc...). Quant au second, ils ont fait le choix d'un événement totalement en ligne. Ainsi les groupes ont pu se produire depuis chez eux tandis que les élèves, derrière leurs écrans pouvaient les écouter et les noter.

Que ce soit pour un événement ou pour l'autre, le succès était au rendez-vous et les retours très positifs. Félicitations à nos élèves pour leurs capacités d'adaptation et leur ténacité.

Compte et adresse mail sur www.imt-lille-douai.org

Chaque diplômé dispose d'un compte sur le portail du réseau www.imt-lille-douai.org, qui permet de mettre à jour ses coordonnées, de paramétrer sa redirection mail en @imt-lille-douai.org (ce n'est pas une vraie boîte mail mais une redirection vers 1, 2 ou 3 adresses mails dont vous disposez déjà vous-même), et vous permet de cotiser en ligne, de vous inscrire à des événements, et de faire des recherches dans l'annuaire des diplômés d'IMT Lille Douai Alumni, IMT Mines Alès Alumni et IMT Mines Albi Alumni.

Il permet également, pour certains événements Carrières organisés avec Intermines, de vous inscrire aux événements sur le site

d'Intermines avec un tarif préférentiel pour les adhérents.

Etudiant ? L'Ecole nous envoie tes données permettant la création de ton compte (prénom, nom, promo, adresse mail) uniquement si tu as ton dossier complet et si tu as autorisé la communication de ces données à l'Association, en conformité avec le RGPD. Ainsi tous les étudiants ne figurent malheureusement pas dans notre base. Si tu souhaite cotiser et bénéficier des services du réseau (par exemple l'annuaire, pour trouver un stage...), merci de nous contacter à contact@imt-lille-douai.org et nous nous mettrons en relation avec l'Ecole.





Accreditations CTI : 100% d'avis positifs pour toutes les formations d'ingénieurs

La Commission des titres d'ingénieur a rendu en mai un avis positif pour le renouvellement pour une durée maximale des accréditations pour la formation d'Ingénieur en formation initiale sous statut d'étudiant et en formation continue ; pour la formation d'Ingénieur spécialité Informatique et réseaux, en formation initiale sous statut d'apprenti et formation continue ; pour la formation spécialisée Conception et Management de la Construction, en formation initiale sous statut d'apprenti et formation continue ; pour la formation d'Ingénieur spécialité Mécatronique, en formation initiale sous statut d'apprenti. Cette dernière formation reçoit également sa première accréditation en formation continue.

Dans son rapport, la commission de la CTI observe qu' "IMT Mines Alès a sensiblement

évolué depuis le dernier audit, consolidant sa position au sein de l'IMT (formation, recherche) et mettant en œuvre des projets structurants (dont la certification ISO 9001) qui améliorent sa notoriété".

Satisfecit également pour l'identité de l'École qui "est forte et s'appuie sur des savoir-faire historiques et reconnus" et la stratégie qui est "claire et s'inscrit en phase avec celle de l'IMT".

La CTI note que "les équipes sont motivées et volontaires, et les élèves semblent satisfaits de leurs parcours et de leurs perspectives".

Félicitations à tous, et tout particulièrement aux équipes de la DE et de la DFA !

IMT Mines Alès : une excellence reconnue par les grands classements français et mondiaux en 2020

La campagne 2020 des palmarès de l'enseignement supérieur est terminée. Cette année, IMT Mines Alès a été particulièrement mise à l'honneur !

LES CLASSEMENTS FRANÇAIS :

- IMT Mines Alès est classée dans le prestigieux 'groupe A' réservé au top 20% des meilleures écoles d'ingénieur, dans **L'Étudiant**,
- classée **13^e** école en France dans la catégorie 'Écoles généralistes', dans le **Figaro Étudiant**,
- médaille d'argent pour IMT Mines Alès, classée **2^e** meilleure école en France dans la catégorie 'Génie civil et construction', dans le **Figaro Étudiant**,
- classée **23^e** dans la catégorie 'Numérique et informatique', dans le **Figaro Étudiant**.

LES CLASSEMENTS MONDIAUX :

- IMT Mines Alès est classée dans le **top 400 mondial** du prestigieux palmarès 2020 du **Times Higher Education Impact** (classement général),

- également classée dans le **top 100 mondial** de plusieurs classements thématiques de ce palmarès dédiés aux objectifs de développement durable (ODD) des Nations-unies :
 - classée **47^e** dans le monde, dans la thématique '**Gestion durable de l'eau**',
 - classée **69^e** dans le monde, dans la thématique '**Production et consommation responsables**',
 - classée **97^e** dans le monde, dans la thématique '**Lutte contre le changement climatique**',
- classée dans le **top 5** des établissements français dans la catégorie '**Enseignement et apprentissage**', du palmarès mondial **U-Multirank**,
- classée dans le **top 10%** des meilleurs établissements mondiaux évalués, dans **Webo-metrics**.

LE CLASSEMENT DES ÉLÈVES :

- IMT Mines Alès est classée **13^e** école en France, dans **HappyAtSchool** (enquête directement faite par l'organisme auprès des élèves des écoles et qui porte notamment sur la qualité de vie).



SEDICIM, un projet aujourd'hui pour des matériaux et une économie durables demain

Le projet SEDICIM est un projet européen co-porté par l'industriel EQIOM, cimentier ancré dans le paysage des Hauts-de-France, et IMT Lille Douai.

L'objectif de ce projet est de valoriser les sédiments de dragage dans les filières liants pour la construction. L'ambition du projet est de substituer par des sédiments, une partie des matériaux naturels, présents dans le cru de cimenterie ou les additions minérales, pour la fabrication de ciments, liants hydrauliques routiers ou des bétons. Pour cela des méthodes et techniques innovantes de traitement, de formulation et de valorisation sont utilisées.

Ce projet s'intègre dans la démarche SEDIMATERIAUX. Il prévoit in fine de développer des boucles d'économie circulaire à forte valeur ajoutée notamment à travers un développement industriel de la filière. Enfin, il faut préciser que le projet prend aussi en compte les aspects liés à la durabilité des matériaux ainsi que leur impact environnemental.



Thématique Impression 3D dans le Génie Civil

Estelle HYNEK réalise une thèse de doctorat (2019-2022) au sein du CERI MP d'IMT Lille Douai intitulé : "Formulation d'encres cimentaires à base d'additions minérales en vue d'une valorisation dans l'impression 3D des bétons". La thèse est dirigée par les Professeurs David BULTEEL et Sébastien REMOND. Le financement est assuré par le fonds Feder, l'I-Site et l'entreprise Constructions 3D qui est le partenaire industriel.

Le but des recherches est de travailler sur la formulation d'encres cimentaires à faible impact environnemental pour l'impression 3D

béton. En effet, les encres cimentaires sont très riches en clinker qui a une empreinte carbone importante. Il s'agit donc de réduire la part du clinker en le substituant par des additions minérales notamment des sous-produits industriels à plus faible impact environnemental. Pour y parvenir, il est nécessaire de définir d'une méthodologie de formulation des encres cimentaires afin de mieux comprendre le comportement de ces additions minérales sur les propriétés d'imprimabilité et de constructibilité nécessaires.



- Tête d'impression d'imprimante 3D béton
- Imprimante 3D béton au CERI MP
- Pièce béton imprimé avec imprimante 3D

Le numérique :

outil au service de la continuité des activités et missions de l'école

En 2020, dans le contexte de la crise sanitaire, le numérique a permis :

- d'assurer la poursuite des activités professionnelles des personnels,
- de maintenir les enseignements dispensés aux étudiants,
- le démarrage ou la continuité des stages pour une majorité d'entre eux,
- la participation aux salons et forums pour promouvoir la formation d'ingénieur auprès des candidats potentiels...

A titre d'exemple, le Forum Entreprises a dû se réinventer et s'est déroulé pour la première fois dans un format 100% numérique !



Le prochain Forum d'IMT Lille Douai sera organisé le mardi 16 novembre 2021 au stade Pierre Mauroy de Villeneuve-d'Ascq.

ES ENTERPRISE SaaS

DALIM SOFTWARE

Collaborate Technology at its Best

TALENT WELCOME!

jobs@dalim.com www.dalim.com

Une année particulière

Cette année restera une année très particulière pour la vie associative d'IMT Lille Douai. Des salles en rénovation, un jardin en travaux, plus de créneaux de répétition de danse, de fanfare, de théâtre... Comme nous le savons tous, la COVID aura eu un impact considérable sur la vie de l'école. Le Gala de l'IMT Lille Douai annulé, le Cartel (Compétition entre écoles de l'IMT qui a lieu chaque année) et la CCE (Course Croisière Edhec) qui ne vont pas tarder à prendre les mêmes statuts. Pire encore, qu'en sera-t-il des campagnes qui sont censés se dérouler à partir de Janvier ? Tout ceci démontre un environnement bouleversé mais nous avons tous hâte de retrouver l'ambiance de la MEUD telle qu'elle l'était auparavant...

Néanmoins, ingénieurs dans l'âme, nous ne nous laissons pas abattre. Etant donné les restrictions sanitaires, les élèves font preuve d'ingéniosité afin de redonner le sourire à tous, et surtout aux nouveaux entrants qui ne demandent qu'à connaître les traditions de l'école. Les bureaux des associations se sont énormément mobilisés pour redonner des couleurs à la vie étudiante. Ils ont pris les des-



sus en organisant des semaines dédiées, tout en respectant les gestes barrières. Lors de la semaine organisée par la junior entreprise Artemis, le forum Entreprise a pu avoir lieu, et donner l'opportunité aux élèves de trouver un stage. Le Bureau Des Arts a organisé la semaine des arts pour révéler au grand jour les différents talents de la MEUD. Tandis que lors de la semaine BDE, un Cluedo a été organisé en amont afin de redonner la joie de résoudre des énigmes fil rouge aux étudiants.

Les alternatives à la vie associative habituelle s'illustrent aussi d'autres manières : certains font des puzzles dans les résidences, ou créent des cartes de Noël au sein du nouveau groupe "Art'elier". D'autres font de la cuisine en participant au concours "Cuis'Mines" pour tenter de gagner un panier garni. Beaucoup d'élèves se sont aussi mobilisés pour la semaine Téléthon. Ils ont tenté de récolter des fonds par des ventes de peluches, lots, écocus, tee-shirts, et ont même organisés un Escape Game à distance. Récemment, ce fut aussi "Ze Green'Pease" qui s'est mobilisé et a organisé des activités autour de la Fresque du climat, qui a permis aux étudiants de se former aux enjeux climatiques afin de mieux comprendre le contexte dans lequel ils évolueront.

La prochaine étape sera l'organisation des campagnes, qui elles aussi, devront être organisées de manière ingénieuse pour faire face aux restrictions sanitaires...



LEADER MONDIAL EN INSTRUMENTATION DE MESURE DES RAYONNEMENTS IONISANTS

MIRION TECHNOLOGIES

MIRION Technologies RECRUTE

- des ingénieurs électroniciens
- des ingénieurs en mesure physique nucléaire
- des ingénieurs en informatique industrielle
- des stagiaires de fin d'études

www.mirion.com **REJOIGNEZ NOUS !** lmn-rh-recrutement@mirion.com

Interview

Khanh NGUYEN-DUY
IMT Lille Douai, promo 2005



Bonjour Khanh, tu as débuté ta carrière comme Responsable d'Affaires dans des sociétés de l'industrie du BTP. Tu as ensuite travaillé 8 ans dans la gestion technique des monuments culturels. Si c'était à refaire, suivrais-tu le même parcours ?

Khanh Nguyen-Duy : Je ne regrette aucunement mon parcours, il s'inscrivait dans un contexte et une époque. J'ai eu des expériences riches et j'ai appris beaucoup. Avec du recul, je trouve que chaque poste est advenu comme une suite logique et que les choses arrivent au bon moment. La seule chose que j'aurais éventuellement faite différemment avec ma perception d'aujourd'hui, c'est d'avoir une expérience à l'étranger au début de ma carrière (avec un VIE par exemple).

Tu as repris récemment tes études avec une formation à Strate École de Design. Quelles sont tes motivations ? Est-ce un rebond de carrière ?

KN : J'ai décidé de reprendre des études, car j'aime apprendre et j'aime les challenges. Je pense qu'il est important d'apprendre tout

au long de sa vie, afin de ne pas se scléroser intellectuellement ; l'apprentissage ne s'arrête pas nécessairement à 25 ans. Dans un monde parfois imprévisible, en mutation constante, se mettre à la page et remettre en question sa zone de confort permet à mon sens une meilleure adaptation.

M'intéressant à l'innovation, j'étais curieuse de percevoir les choses à travers les lunettes de designer, de passer d'une vision techno-centric à une vision user-centric, de considérer la résolution d'un problème tout autant que la problématique. Cela m'a également permis de concilier mes aspirations créatives et mon côté rationnel.

Quel regard portes-tu sur l'évolution de notre école, depuis que tu l'as quittée ?

KN : Je suis de loin les changements de l'école, avec son processus d'admission, ses options, ses partenariats, sa fusion, ... Je pense que l'évolution de notre école s'inscrit dans une dynamique de l'enseignement supérieur pour être en adéquation avec les besoins des professionnels et qu'il est important qu'une pédagogie ne reste pas statique.



SOLAR ENERGY FOR A GREEN PLANET!

Centrale solaire Toulouse Oncopole (31) - 15 MWc

© Urbasolar

Premier spécialiste français du solaire photovoltaïque, Urbasolar a pour ambition de contribuer significativement au développement à grande échelle de cette énergie de façon qu'elle assure une part prépondérante des besoins énergétiques de l'humanité.

Urbasolar ce sont des équipes expérimentées, mobilisées sur l'innovation et la recherche du progrès technologique partageant une vision de développement, un engagement d'excellence, un enthousiasme et un niveau élevé d'exigence pour la satisfaction des clients et la conduite des projets.

+ de 150 ingénieurs, techniciens, spécialistes, embauchés par Urbasolar sur 2019-2020, et une croissance sur les 5 années à venir qui passera par la mobilisation de nombreux nouveaux talents.

Quelles nouvelles pratiques pour le BTP ?

Stanislas IZERABLE

IMT Lille Douai, promo 2009
Adjoint d'Exploitation chez Colas Ile-de-France Normandie



Mon quotidien, ce sont les Travaux Publics et mon rôle c'est d'accompagner des collaborateurs et des équipes dans la quête de l'Excellence Opérationnelle. Autrement dit, comprendre le pourquoi afin de s'engager dans le comment. Il faut donc admettre que la question est ambitieuse, le BTP c'est près de 10% du PIB de la France (idem en Europe) ! Et une diversité impressionnante de métiers, de savoir-faire et de défis à relever. Avant de commencer à parler de robots, de BIM et de digitalisation, il me semble nécessaire de proposer une définition du BTP et du rôle que nous avons à y jouer en tant qu'ingénieur et en tant que manager. J'aimerais ensuite proposer une réflexion sur le sens que nous devons donner à ces pratiques aux regards des enjeux climatiques. Enfin nous ferons un petit tour d'horizon des pratiques qui émergent.

L'industrie du BTP se divise en trois catégories principales : la construction spécialisée, la construction et la promotion immobilière, le génie civil et les travaux publics. Bref, le BTP, c'est construire. Construire pour un donneur d'ordre des bâtiments, des installations, des infrastructures, des aménagements urbains ou de territoire. En France, l'État soutient environ 40% des projets, Bâtiment et Travaux Publics confondus. C'est construire des projets qui, plus ils sont importants, plus ils s'inscrivent dans la durée. Le BTP c'est donc construire le monde de demain pour les citoyens et les usagers.

Avec ce cadrage, parler des "nouvelles pratiques du BTP" pourrait revenir à la question suivante :

Comment allons-nous demain, concevoir et construire le monde d'après-demain ?

En posant la question ainsi, il devient déjà palpable que nous parlons des générations futures. Et le futur aujourd'hui se conçoit dans le respect de l'environnement et la préservation de la planète. Ça tombe bien, le secteur du BTP est de loin le premier transformateur de notre

paysage à commencer par sa consommation en ressources naturelles (granulats, eau...). C'est également, dans les pays développés, environ 40% des émissions de gaz à effet de serre, 37% de la consommation d'énergie et 40% des déchets produits. Il faut prendre conscience de l'impact environnemental du BTP. Cette prise de conscience DOIT impacter profondément notre façon de penser et d'être au monde. Alors que nous atteindrons prochainement les 8 milliards d'individus sur la planète, souhaitons que la sobriété, la solidarité et la bienveillance deviennent le socle de notre développement.

En tant qu'Ingénieur, parler des nouvelles pratiques, c'est parler d'innovation, de changement et de transformation. L'innovation est un moyen privilégié de (re)fonder la compétitivité de l'entreprise. Pour réussir, l'entreprise innovante doit satisfaire, découvrir ou créer une demande solvable, exploiter ou développer des façons de faire qui soit raisonnablement efficaces, et enfin s'approprier les bénéfices de l'innovation. Si le commerce est le cœur du business, alors l'innovation en est son poumon. Toucher à l'innovation, c'est être acteur de la stratégie de l'entreprise et de son développement. On peut donc augurer qu'être ingénieur, c'est être acteur de l'avenir.

Et en tant que Manager alors ? En tant que manager des nouvelles pratiques il y en a aussi, BTP ou pas d'ailleurs. L'humain a toujours été au centre des préoccupations du secteur car il est prépondérant. Il faut dire que le personnel représente en moyenne plus de 30% de la dépense des chantiers. Des femmes et majoritairement des hommes sont issus de toutes les classes sociales et de tous les niveaux d'études. Cependant, il y a un profond changement et l'organisation quasi-militaire, en tout cas pyramidale, glisse vers plus de transversalité. En effet, pour répondre aux travaux de plus en plus complexes et de plus en plus contraints, de véritables équipes projets ont émergés. Sur les chantiers aussi l'organisation du travail s'est transformée, spécialisée et complexifiée pour améliorer les rendements et la rentabilité. Une nouvelle manière de faire est apparue avec plus d'interlocuteurs, de coordination entraînant plus de réunions et de mails !

Certes nécessaire, le déploiement des TIC a été vécu comme une révolution. Le BTP est empreint de pragmatisme et a été très attaché à la parole et au papier. L'appropriation de l'in-

formatique n'est pas encore totale et voilà que déjà on parle de digitalisation. La transformation digitale des entreprises et en particulier des entreprises du BTP est l'axe stratégique majeur actuellement. De déploiements en refonte des SI, les changements sont omniprésents à tous les niveaux des organisations. Ils nécessitent une énergie considérable d'accompagnement de la part de tous les managers pour y donner du sens.

En tant qu'ingénieur-manager enfin, notre rôle se joue à plusieurs niveaux. Nous devons compiler les qualités que nous avons développées avec ces deux facettes. Gageons que l'humain est et restera encore pour longtemps au cœur de nos métiers. Et c'est donc par ce prisme que nous devons observer et juger nos transformations. Je crois essentiel de se concentrer sur les Femmes et les Hommes de nos entreprises. Voilà concrètement l'objectif de nos nouvelles pratiques : protéger aussi bien physiquement que psychologiquement nos collaborateurs. Ce sont les ressources humaines qui sont notre plus puissant levier. C'est seulement en bâtissant un environnement sûr que nous pourrions accueillir et faire adhérer les générations qui développeront ces nouvelles pratiques. Il faudra également former et accompagner de manière continue pour diffuser et transmettre les savoir-faire.

QUELLES DIRECTIONS

Je crois que le secteur du BTP commence tout juste son évolution. Les nouvelles pratiques concernent avant tout les majors et les grandes entreprises du secteur capable de supporter des budgets de R&D. L'artisanat et les PME qui composent l'essentiel du secteur sont restés traditionnels et fonctionnent "presque" toujours aussi bien. Dans les entreprises qui changent, la digitalisation est venue appuyer la financiarisation de notre société. On voit le Chef de Chantier faire les tâches qui incombaient jadis au Conducteur de Travaux. Le Conducteur de Travaux est accompagné d'un commercial pour passer plus de temps sur la comptabilité et la prévision des résultats. Les services achats massifient les commandes. Les services méthodes rationalisent et optimisent au plus juste des chantiers dont la réussite sera proportionnelle à la quantité de sueur versée et de CO₂ dégagé.

Les nouveaux outils, les innovations et les constructech ont émergés très tardivement avec le dernier cycle de croissance du BTP autour de 2016. Ils n'en sont qu'à leur balbutiement.

Quel sens voulons-nous y donner ? Ou plutôt comment souhaitons-nous être acteur de la construction du monde de demain ?

Nous devons répondre à deux problématiques simultanées l'une environnementale et l'autre sociale. De nos pratiques de demain dépend notre capacité à préserver en partie l'environnement et à garantir des emplois et des logements aux citoyens. Autrement dit, c'est en répondant à ce dont le Monde est en

droit d'attendre de la construction que nous trouverons du sens à nos nouvelles pratiques. En décidant d'agir pour faire évoluer le secteur du BTP, peut-être faut-il maîtriser son fonctionnement afin d'en connaître les forces, les faiblesses et d'en déterminer les limites. L'économie est marquée par la mondialisation mais surtout par l'interdépendance que celle-ci a fait émerger. Avant de chercher des nouvelles pratiques, il me semble intéressant de profiter du système en place et d'avoir le monde à notre portée. Je parle ici d'identifier et de partager les meilleures pratiques. C'est en partant de ce qui se fait de mieux que nous pourrions développer d'autres manières de faire plus humaines et plus efficaces. A condition de changer de regard, nous pourrions également respecter les échéances du défi environnemental et climatique qui se dresse.

MEILLEURES PRATIQUES

La Diffusion du savoir existant

A l'échelle d'un monde globalisé où la croissance devra nécessairement laisser place à un meilleur partage des ressources (Tenant à préciser que nous parlons de celles qui seront encore disponibles), il faut s'appuyer sur les forces de chacun.

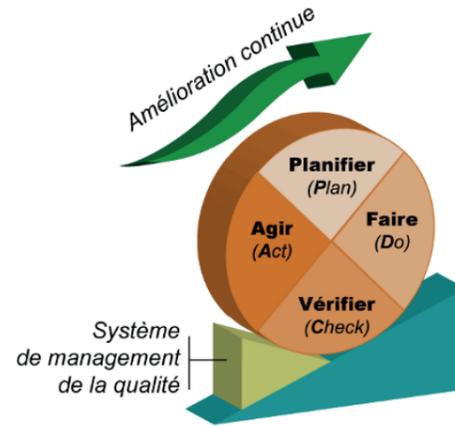
Nous devons créer des structures et des partenariats capables de partager leur connaissance. A l'instar des incubateurs, des partenariats privés sous forme de consortium ou des laboratoires de recherche qui se rapprochent des universités, les compétences et les expériences sont alors mutualisées. De même, il n'est pas rare de constater l'existence de solutions déjà utilisées sur le terrain. Les savoir-faire doivent être recensés et enregistrés pour être accessibles à tous. Leur échange permettra l'appropriation par tous les acteurs et garantira également sa transmission aux futures parties prenantes. L'objectif visé est l'amélioration de la gestion des connaissances de la Société. De nombreuses idées et compétences ne sont pas répandues. Pourtant ces bonnes pratiques, diffusées largement, seront le socle des innovations de demain. Elles sont parfois même une réponse innovante lorsque nous les implémentons dans un contexte pour lequel elles n'étaient pas conçues. Déployées à grande échelle, elles constitueront déjà une réponse à certains de nos enjeux.

Comment faire profiter le plus grand nombre de nos connaissances en recyclage des matériaux de construction ? Comment permettre l'utilisation des "sous-produits" industriels ou la fabrication de béton à partir de granulats recyclés ? Comment généraliser la prise en compte de la logistique et son optimisation dans les flux de chantier ?

Améliorer ce qui existe

Sur le même registre que les "Best Practice" abordé précédemment, j'ai le sentiment qu'on nous ne portons pas assez notre attention sur ce qui existe déjà. Nous n'exploitons pas plei-

Roue de Deming
(source : kaizen-skills.ma)



nement les outils que nous possédons. C'est le principe de "Better Practice".

Il s'agit de susciter implication, engagement et confiance pour faire émerger un nouveau regard sur les pratiques existantes. Plutôt que de vouloir inventer de nouvelles pratiques ou de nouveaux outils, nous pouvons dépoussiérer et améliorer ceux qui existent. Il convient avant tout de les comprendre. Autrement dit c'est de mettre en application la diffusion des bonnes pratiques puis de les confronter à nos enjeux. L'objectif est de déployer la créativité de nos équipes vers le principe d'amélioration continue dont le socle est le management de la Qualité.

C'est la mise en place et l'utilisation d'un système de management de la qualité qui poussé vers les équipes terrain devient un levier d'amélioration. Cela sous-tend aussi d'impliquer les équipes dans la réflexion et d'intégrer leurs solutions. C'est en partie ce qui se réalise avec la mise en place de "Shadow Comittee" composé de profils qui peuvent avoir une vision différente sur des sujets stratégiques.

Cependant, ne faut-il pas se rapprocher encore du terrain ? Par exemple, nous réfléchissons à intégrer le cycle de vie complet des ouvrages. C'est devenu un enjeu clé pour se positionner sur le marché HQE (Haute Qualité Environnementale) en montrant comment les produits utilisés pour la construction d'un ouvrage vont pouvoir être recyclés. Le sujet est présenté de manière tellement complexe que seul le BIM et la modélisation 3D semble pouvoir apporter une réponse. Pourtant, depuis le 31 décembre 1993, sur toutes les opérations nécessitant une coordination SPS, l'établissement d'un DIUO (Dossier d'Intervention Ulérieur sur Ouvrage) est obligatoire. Ce document a pour but de faciliter les opérations d'entretien et de maintenance. Il se prépare dès la phase de conception de l'ouvrage. Il contiendra notamment : les plans de l'ouvrage, les quantités, les fiches techniques de l'ensemble des produits utilisés, les fiches de sécurité de ces produits, les dispositions constructives, les diagnostics obligatoires... Ce document ne pourrait-il pas être complété pour permettre d'intégrer le démantèlement de l'ouvrage et son recyclage en sécurité ?

On constate que le partage des connaissances et l'innovation incrémentale sont des pratiques

avec un formidable levier sur la performance mais beaucoup reste à faire au quotidien.

Par ailleurs, l'innovation c'est aussi faire différemment voir en complète rupture avec le présent.

LES INNOVATIONS

Aborder les nouvelles pratiques du BTP, c'est forcément parler des dernières innovations. Bien qu'elles ne soient pas encore arrivées à maturité, ces innovations vont devenir le nouveau visage de la construction de demain.

Nous avons une position stratégique et parfois en tant que dirigeant, nous privilégions les impératifs immédiats. Dans une Société qui accorde une place de plus en plus importante à la santé, la Sécurité et le bien-être au travail sont des axes stratégiques majeurs. Nous nous devons également de préparer l'Avenir.

Je vous propose de faire le point sur quelques innovations dans les domaines de l'énergie, des ressources

L'énergie

Dans le cadre de la lutte contre le réchauffement climatique et compte-tenu des engagements pris lors des dernières COP, nous devons agir sur notre production de Gaz à Effet de Serre (GES). Le secteur du BTP est intimement lié à consommation de combustible fossile. Notre priorité doit être de transformer notre industrie et son fonctionnement en utilisant de l'énergie qui n'émet pas de GES. En parallèle, il faudra également être plus économe.

L'hydrogène et les piles à combustibles sont aujourd'hui une réponse à envisager. De même l'amélioration de l'efficacité des moteurs. Sur ce créneau, nous devons nous mobiliser immédiatement pour trouver des manières de faire pérennes. Aujourd'hui, les nouvelles pratiques dans ce domaine sont trop peu nombreuses. C'est pourtant en changeant notre façon de fonctionner que nous pourrions ancrer fièrement la construction dans le paysage demain.

Les ressources naturelles

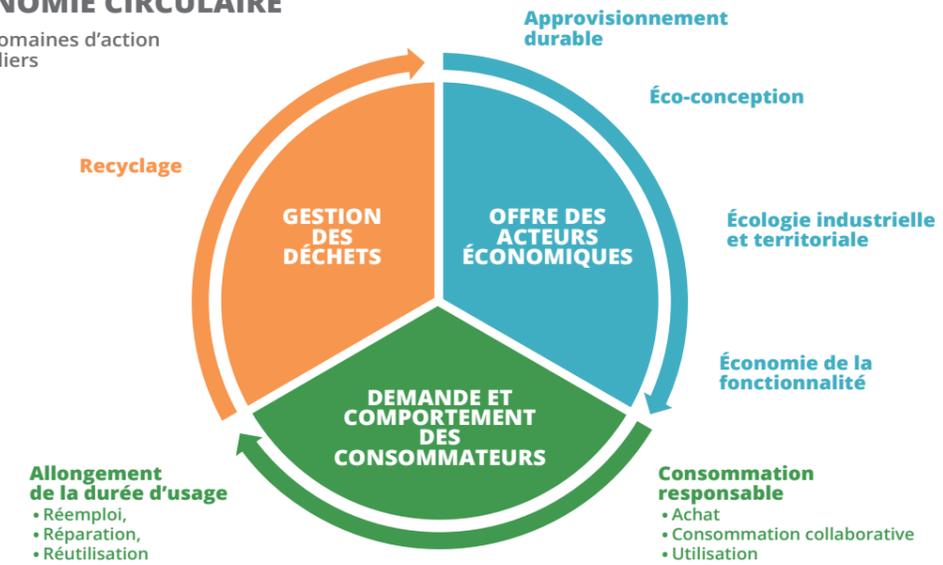
Essentielles pour la construction, les ressources naturelles sont un enjeu important des nouvelles pratiques du BTP. Pas de béton sans eau ni sable pourtant ces deux ressources viennent déjà à manquer. Le recyclage des matériaux est en constante augmentation. L'économie circulaire commence à s'inscrire comme un courant de pensée dominant. Tous les matériaux (bois, métaux, plastiques...) sont concernés y compris le carbone dans l'air ! Des usines tentent de capter le CO₂ de l'air pour le stocker et le réutiliser dans des procédés industriels comme l'accélération de la croissance des plantes sous serres.

Comme le montre le schéma de l'ADEME ci-dessus, la demande et le comportement des consommateurs sont centraux. Comme nous l'avons vu, c'est le Maître d'Ouvrage qui est aussi le consommateur. Dans ce domaine, il s'agit donc de former les donneurs d'ordres

ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Trois domaines d'action
Sept piliers

ADEME



Source : ADEME

afin qu'ils se familiarisent avec les nouveaux matériaux issus du recyclage et du réemploi.

IA, Robot & Co-robot

S'il est un domaine qui se développe, c'est bien celui des robots. A l'heure actuelle, c'est aussi la réponse la plus adéquate à la pénibilité du travail. Qu'ils soient "autonomes" ou qu'ils viennent accompagner les gestes des ouvriers, nous commençons à les voir rejoindre les équipes chantier à l'instar de l'Exopush, qui décuple la puissance de manipulation d'un râtelier à l'aide d'un vérin fixé sur un exosquelette, ou du Gant Bionique, qui vient renforcer la préhension avec des tendons mécaniques. Les constructeurs commencent donc à se lancer dans la robotisation de la construction. Il faudra encore du temps avant de voir des machines opérer seules sur les chantiers car les défis sont nombreux avant de pouvoir réunir machine et IA. Mais les projets sont bel et bien là :

- Robot d'implantation
- Robot de terrassement
- Robot de transport
- Robot poseur de parpaing
- Impression 3D de béton automatisé
- Robot peintre / Robot ponceurs
- Robot perceurs
- ...

En amont de la chaîne, la conception et la planification des projets attendent beaucoup de l'IA.

Digitalisation, BIM & réalité virtuelle et augmentée

Bien que le BTP ne soit qu'au début de sa révolution numérique, le tournant de la digitalisation a été pris poussé notamment par l'arrivée des générations Y et Z dans le monde travail. Familiarisé avec l'outil informatique, ils ont rapidement pris en main la CAO/DAO. Le

passage à la 3D permis par l'augmentation de la puissance des ordinateurs, l'influence du Big Data et l'avènement du travail collaboratif ont naturellement fait émerger un nouvel outil : le BIM (Building Information Modeling). Cette manière d'appréhender la construction d'ouvrages créé un nouveau paradigme avec ses propres codes et outils. Grâce au déploiement de l'informatique sur chantier et la 4G, les SaaS (Software As A Service) font leur apparition. Les start-ups sont nombreuses, notamment en France, à se rapprocher des Directions Générales pour vendre des solutions de numérisation des "données" du terrain. La promesse est de taille puisqu'il ne s'agit ni plus ni moins que d'alimenter les maquettes numériques pour qu'elles soient utiles dans la prochaine phase du projet, la vie de l'ouvrage.

Toujours est-il que d'un point de vue terrain, ces applications manquent de réalisme. Le BIM et les SaaS ont surtout réussi à pousser vers le terrain la création de la DATA sans apporter de solutions concrètes aux équipes terrain. Au contraire, certaines équipes se retrouvent obsolettes marquant ainsi les difficultés à la fois de formation et de diffusion des technologies. Nos nouvelles pratiques si elles font l'éloge de la collaboration, doivent le faire sur l'ensemble de la chaîne de valeur à commencer par ceux qui bâtissent. A l'instar d'OSCAR, le casque connecté, il devient nécessaire d'accompagner le déploiement d'outils simples qui feront profiter à chacun des avancés du BIM et que la valeur ajoutée soit perçue par tous.

LA DIFFUSION DES INNOVATIONS

La mise en place de l'innovation doit s'accompagner de l'adhésion de chacun et donc fédérer. Pour créer cette cohésion, il faut que tous les acteurs connaissent et comprennent les enjeux et les solutions proposées.

La Recherche et Développement (R&D) étant un facteur de compétitivité, les entreprises qui

ont les ressources humaines et financières suffisantes, innovent sur différents créneaux du secteur de la construction. Mais ces innovations sont souvent peu connues et parfois mal perçues comme ce fut le cas des enrobés recyclés.

Outre la prescription, la Conception/Réalisation offre un espace de liberté et d'échange propice au partage des connaissances et à la diffusion de l'information. Les PPP (Partenariats Publics Privés) sont également, pour les Etats au sens large, un moyen de favoriser l'émergence de structures composées de différents acteurs du BTP. Pour l'État, cela permet aussi de bénéficier et de faire bénéficier leurs populations d'aménagement plus innovants et leurs territoires d'une urbanisation plus durable.

Nous savons que la digitalisation est à l'œuvre dans le secteur du BTP et nous pouvons consta-

ter que celle-ci nous permet de profiter des dernières innovations technologiques. De fait, des transformations dans tous les domaines impactent nos manières de penser et de faire ouvrant même de nouveaux possibles. Il nous revient d'en choisir le sens. Dans un métier où l'Homme et l'Avenir sont si profondément liés, nous avons la responsabilité de prendre en considération le long terme. La prise de conscience de l'impact environnemental et sociale de la construction n'auront d'effet que si nous combinons aux nouvelles pratiques le bon sens issu des meilleures pratiques du terrain.

N'est-ce pas d'ailleurs en continuant à mettre la planète au centre de nos préoccupations que nous donnerons du sens à nos pratiques ?

Enfin, n'est-ce pas l'Humain, par sa soif de connaissance, qui est le meilleur levier pour diffuser ces nouvelles pratiques ?

LEADING IN
PRODUCTION
EFFICIENCY

DÜRR



Turning your world DXQ

DXQoperate enables you to intuitively identify and manage your internal processes. Maintenance data sourced directly from your equipment increases availability and transparency while extending the lifetime of your plant.

DXQ Digital Intelligence by Dürr – www.durr.com



Nous innovons pour bâtir l'avenir.



Nous concevons des bétons innovants adaptés aux nouveaux impératifs de notre société, notamment en termes de développement durable. Naturels et recyclables, excellents isolants thermiques et phoniques, fluides pour épouser les formes les plus audacieuses, esthétiques et colorés, autonettoyants et dépolluants, nos bétons prêts à l'emploi sont étudiés pour accompagner les projets d'aujourd'hui et de demain.

Unibéton
HEIDELBERGCEMENT Group
www.unibeton.fr

Unibéton Sud-Ouest
162 avenue du Haut Lévêque
33608 Pessac Cedex
Tél. : 05 56 15 10 15



ICP

INGÉNIERIE
CUISINES
PROFESSIONNELLES

ICP VOUS ACCOMPAGNE
DANS LA RÉALISATION DE VOS PROJETS
EN GRANDE CUISINE,
OU SON MAÎTRE MOT EST LA SATISFACTION
DU CLIENT



ICP – Bureau d'études en Cuisines Professionnelles
49 rue de Montagny 69008 LYON
Tél. 07 81 73 34 29 - 04 74 70 36 91- contact@be-icp.fr
www.be-icp.fr

RCS Lyon 833 956 980 - SIRET : 833 956 980 00019 - Code APE : 7112D
SAS au capital de 10 000 €



Notre savoir faire :

Montage tuyauterie incendie « brouillard d'eau »
 Montage tuyauterie plomberie PLB
 Montage sanitaires PLB
 Montage tuyauterie eau chaude / eau glacée CVC
 Montage tuyauterie hydraulique haute pression

Bâtiment :

Hôtels rénovation ou neuf
 Bureaux rénovation ou neuf
 Hôpitaux
 Bâtiments industriels
 Bâtiments techniques
 Nous intervenons en sous-traitance montage pour les macro-lots PLB/CVC
 Possibilité de conception, fourniture & montage tuyauterie EC EG en acier ou inox
 Partenaire grands projets Paris et province

Industrie :

Réseaux hydrauliques de puissance
 Construction navale
 Banc d'essai
 Métallurgie laminoir presse hydraulique
 Offshore

Interview



Thibaut PASCAL

IMT Mines Albi Carmaux, promo 2019
 Parcours Eco-Activités et Energie - Spécialisation Bâtiments à Energie Positive
 Adjoint Chef de Projet CVC - Thermie chez ETCHART ENERGIES à Bordeaux

Quelques mots pour décrire ton métier et ton secteur ?

Thibaut Pascal : Si je devais définir le secteur du BTP ? Une usine géante réunissant des entreprises de toutes parts et tous unis pour la fabrication et l'exploitation d'un même produit : un bâtiment. Qu'est-ce que cela implique ?

Un cahier des charges bien défini au départ par un client, la maîtrise d'ouvrage. Des études et la conception du produit dans le but d'assurer les demandes du client, réalisées par un architecte et des bureaux d'études spécialisés.

Un contrôle qualité/avancement orchestré par une maîtrise d'œuvre (en général composé d'un architecte et parfois d'un bureau d'études) proche du client, et assurant aussi à celui-ci un délai de livraison du "produit" conforme aux attentes définies initialement lors de la mise en place du projet. Et puis beaucoup d'autres corps de métier ficelant le projet, afin d'assurer par exemple le respect des normes en vigueur, l'inclusion du bâtiment dans l'environnement sur lequel il est construit, ...

Au milieu de tous ces acteurs, se trouvent les entreprises comme celle dans laquelle j'interviens : les installateurs. Notre rôle est de bâtir le projet de sa conception à sa livraison en respectant au mieux les attentes du client et de la maîtrise d'œuvre. Cela va de l'étude du bâtiment, la construction des murs, planchers, plafond, en passant par les peintres, les plaquistes, les menuisiers... Personnellement, je suis spécialisé sur ce qu'on appelle les "corps d'état techniques". Il s'agit de la ventilation, le chauffage, la climatisation, la plomberie, mais aussi l'électricité, la sécurité incendie, le désenfumage. Tous les métiers qui demandent à avoir des compétences techniques à la fois transverses et spécifiques.

Mon métier, "Adjoint Chef de projet CVC, THERMIE", c'est de chapeauter l'ensemble des études de conception et des travaux d'installation en ventilation, climatisation, chauffage, plomberie et désenfumage. Il s'agit aussi de penser à l'exploitation du bâtiment, pendant laquelle nous sommes parfois mandatés pour réaliser la maintenance de nos installations.

Concrètement j'interviens tout au long du projet pour :

- Organiser et planifier l'ensemble des opérations, des études de conception à la livraison du bâtiment.
- Attribuer les différentes tâches aux équipes disponibles ou encore faire appel à des sous-traitants spécialisés pour effectuer les travaux dont nous n'avons pas la compétence/ressource pour la réaliser correctement ou dans les délais imposés par le client.
- Jouer le rôle de porte-parole de l'entreprise dans la coordination des différents acteurs / entreprises intervenant sur le chantier : la synthèse et la coordination des différents corps d'état est un élément primordial au bon déroulé des travaux.
- Préparer et planifier les commandes de matériel nécessaire à l'exécution des travaux, en se basant sur les chiffrages du projet pour vérifier la cohérence financière de nos opérations.
- Contrôler l'avancement sur site et la qualité des travaux réalisés afin de respecter les contraintes de délai, normative, et de qualité du client.
- Communiquer activement et régulièrement avec le client / la maîtrise d'œuvre sur l'avancement des travaux, et participer à des réunions / visites de chantier régulières afin de rendre compte des travaux réalisés.
- Assurer la gestion financière du projet sur lequel je travaille afin de rentrer au mieux dans les budgets, et de rapporter des fonds à l'entreprise.

Qu'est ce qui t'attire dans le monde du BTP ?

TP : Le monde du BTP est d'abord un secteur réunissant un très grand nombre d'acteurs dans un même but. Nous avons tous des compétences complètement différentes, et sommes forcés de nous coordonner pour arriver à nos objectifs. Il n'est pas rare que des problèmes de synthèse, ou encore de coordination temporelle entre différents corps d'état nuisent au bon avancement du chantier. La communication et la bonne entente avec les autres acteurs est un élément que j'apprécie, même si ce n'est pas toujours un point évident.

Un autre point qui en découle est l'adaptabilité dont nous devons faire preuve dans ce métier : des situations délicates et souvent

inédites apparaissent régulièrement, et la capacité d'adaptation et de prise de décision en termes par exemple d'exécution des travaux, de changement de solution technique, ... est primordiale, car les délais sont très courts, et les réponses aux problèmes rencontrés doivent être rapides.

L'autre point qui m'attire le plus dans ce secteur est le fait de voir le projet avancer, de sa conception, ou il n'y a au départ qu'un terrain vague ou encore un bâtiment parfois en friche. Et arriver finalement à un bâtiment fonctionnel, neuf et prêt à l'emploi pour le client. C'est une grande satisfaction de se dire qu'une bonne partie du bâtiment construit est dû aux efforts de longue haleine que j'ai réalisés pendant toute la durée du projet (*plus de 3 ans de projets dans le cas de mon dernier chantier, la Clinique de l'Atlantique à La Rochelle*).

En quoi ce que vous faites aujourd'hui diffère de ce que l'on pouvait faire avant ?

TP : Le secteur du BTP est très particulier de mon point de vue sur le domaine de l'évolution. La plus grande évolution selon moi sur ce secteur est celle des délais de plus en plus courts demandés par les clients. La demande en termes de construction de bâtiment ne diminue pas, bien au contraire, et les prix de revient de chaque chantier n'augmentent pas forcément avec la diminution des délais. Ce qui veut dire que des entreprises d'installation comme la nôtre doivent devenir de plus en plus efficace, trouver des solutions afin d'améliorer leurs processus de gestion d'opérations afin de faire face à la concurrence.

En parallèle de cela, de nouvelles technologies de produits et d'équipements à installer se développent, et afin de rester à la pointe de la technologie, surtout sur le domaine des corps d'état techniques (méthodes de régulation des équipements à la pointe, équipements d'automatisation des process des bâtiments, etc.), nous devons constamment faire preuve d'adaptabilité et de curiosité à l'égard des préconisations des bureaux d'études, des fournisseurs ou des sous-traitants. Nous devons aussi faire preuve d'ingéniosité en essayant de nouvelles méthodes afin de résoudre des problèmes techniques pointus, où des solutions techniques toutes prêtes n'existent pas forcément, ou ne sont pas adaptables à notre cas de figure (pour des raisons techniques ou financières par exemple). Les demandes du client toujours grandissantes nous demandent donc un savoir-faire très important, et aussi une efficacité sans faille pour respecter les délais impartis.

L'évolution du secteur est aussi au niveau de la main d'œuvre : les entreprises travaillant dans le domaine du BTP sont très nombreuses, ce qui crée une grande concurrence à la fois financière, mais aussi en termes de recrutement de main d'œuvre qualifiée. Cette dernière est

d'ailleurs de plus en plus difficile à trouver : les formations spécialisées se font rares en France, ce qui implique que la main d'œuvre doit souvent être formée en direct dans les entreprises. Mais le processus de formation est un processus long, risqué et coûteux pour une entreprise. Nous utilisons de plus en plus l'alternance afin de former des équipes "à notre moule" et de fidéliser ces équipes. Mais l'apprentissage demande du temps pour être bien réalisé, temps que nous peinons parfois à avoir sur nos activités.

Toutes ces évolutions dans le secteur du BTP en font un domaine certes difficile, mais aussi passionnant si l'on veut y développer pleinement ses compétences. J'y met personnellement beaucoup d'énergie et j'en suis aujourd'hui très fière.

Vois-tu des transpositions possibles à l'évolution de votre métier dans d'autres secteurs d'activité ?

TP : Les problématiques de délais sont à mon avis transposables à tous les secteurs très concurrentiels, par exemple des domaines industriels en aéronautique, automobile ou agroalimentaire.

De même, la recherche dans tous les secteurs oblige les utilisateurs des nouvelles technologies à s'adapter constamment aux nouveaux produits. Et ceci est vrai dans les secteurs industriels également, où des nouveaux process doivent être conçus, des chaînes de production ou d'assemblage doivent être adaptées.

En ce qui concerne la main d'œuvre, je pense qu'il s'agit d'un problème général, mais exacerbé dans le domaine du BTP, car les métiers du bâtiment (plombier, chauffagiste, climaticien, électricien, ...) sont des métiers très variés et où il faut être polyvalent, et les tâches sont souvent moins répétitives que dans une ligne de production par exemple. Ils demandent une formation pointue et de longue haleine avant d'obtenir une autonomie profitable à l'entreprise.

As-tu l'impression que le BTP est porté par l'innovation, qu'il y a une culture de l'amélioration continue, que les pratiques changent rapidement et profondément ?

TP : Pour répondre aux évolutions constantes énoncées précédemment dans le secteur du BTP, les entreprises comme la mienne doivent mettre en place des processus et des méthodes dans le long terme afin de rendre ses actions plus efficaces.

Dans mon entreprise ETCHART ENERGIES, un pôle Support a été expressément créé dans les derniers mois afin de gérer ces processus permettant aux différents pôles d'avoir une organisation claire, des process bien établis et efficaces. Le but est par exemple de mu-

tualiser l'ensemble des méthodes de travail utilisées par plusieurs personnes réalisant les mêmes activités.

Prenons un exemple concret :

Lors de la réponse à un appel d'offre à un client, nous devons chiffrer nos prestations aux clients, et ainsi répondre avec une offre technico-commerciale, en tentant d'être le plus juste possible, afin de défier la concurrence.

Pour chiffrer l'affaire, un pôle Chiffrage propre à l'entreprise intervient. Ce pôle chiffage est composé de plusieurs personnes, chacun spécialisé dans son domaine. Certains seront spécialisés en électricité, d'autres en CVC, d'autres en plomberie, etc.

Le but du service support est multiple dans cet exemple :

- D'abord, mutualiser les méthodes de chiffage de chacun des acteurs du pôle chiffage, afin que chacun réponde à l'appel d'offre de la manière la plus cohérente possible avec les volontés de l'entreprise.
- Ensuite, faire le lien entre le pôle chiffage et les pôles exécutions qui, à l'avenir, réaliseront peut-être les travaux qui auront été chiffrés par le pôle chiffage. Les éléments chiffrés au départ doivent donc être en cohérence avec ceux réellement perçus lors des travaux, afin d'apporter une marge à l'entreprise, ou tout du moins de ne pas chiffrer plus bas que ce que le pôle exécution pourra se permettre.
- Le lien avec le pôle exécution est aussi très important afin de ne pas omettre de détails d'exécution, qui ne sont souvent connus que par les personnes de terrain.

Parfois, un détail oublié au chiffage peut coûter cher à l'entreprise.

La création d'un pôle support est donc un élément marquant dans les derniers mois pour mon entreprise, et qui va dans le sens de l'amélioration continue.

Un autre point important aujourd'hui dans le secteur du bâtiment est le développement du processus BIM (Building Information Modeling). Le BIM, c'est un process informatisé réunissant l'ensemble des acteurs du BTP, permettant de concentrer l'ensemble des

informations liées à la construction du bâtiment.

Concrètement, le BIM s'articule autour d'une plateforme appelée maquette numérique, représentant le bâtiment en 3 dimensions. A l'intérieur de cette maquette numérique, on peut retrouver l'ensemble des éléments composant le bâtiment. En fonction du degré d'utilisation du BIM, on peut aller d'un degré très précis où l'on peut repérer jusqu'à la dernière vis et au dernier détail de fixation d'un équipement, à un degré moins précis où l'on représentera le bâtiment de manière plus grossière.

Mais là où le processus BIM est très robuste, c'est clairement au niveau de la réunion et de la coordination des acteurs. Il peut permettre de faire de la gestion de coordination, de planning, de ressources, etc.

Ce process est de plus en plus mis en place dans les nouveaux projets, à des formes plus ou moins évoluées en fonction du choix des maîtrises d'œuvres. Mais il reste encore perfectible du fait par exemple de la modélisation 3D, qui reste parfois imparfaite et amène parfois à des incohérences de synthèse entre diverses entreprises. L'œil de l'exécution des travaux sur le terrain reste et restera selon moi primordial, même en cas d'utilisation complète du processus BIM.

Le BIM est aussi une forme de processus d'amélioration continue, comme pourrait être les méthodes 7S ou Kanban en industrie. Il reste encore à améliorer, mais est un outil puissant à la réalisation d'un projet.

Par ailleurs, la modélisation 3D pour l'amélioration de process est aujourd'hui en cours de développement dans des domaines plus industriels comme l'aéronautique ou l'automobile. Cela montre bien que cette technologie est robuste, innovante et prometteuse pour l'avenir du bâtiment.

Tous ces changements restent tout de même longs à mettre en place, surtout dans un secteur très ancien comme celui du bâtiment, ou des méthodes de travail préétablies existent depuis bien longtemps. La création de pôles support comme celui conçu dans mon entreprise prend donc tout son sens, et est pour moi aujourd'hui primordial si l'on veut facilement s'adapter aux demandes grandissantes de demain.



Concassage mobile & Transport exceptionnel



MATÉRIELS

- Concasseurs à mâchoires, percussion, giratoire
- Scalpeurs : disques, doigts
- Cribles : classique et haute énergie

ACTIVITÉS

- Concassage mobile
- Toutes granulométries
- Découverte de carrière
- Alimentation de poste de concassage
- Transport exceptionnel (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} catégorie)

SARL ROCHE GRANULATS - Hameau De Montot - 21430 Brazey En Morvan - Tél. : 03.80.84.07.66
roche.granu@wanadoo.fr - www.rochegrnulats.fr



PROARMATURE
AU CŒUR DU BÉTON

SAISIR LES OPPORTUNITÉS D'UN GROUPE TOURNÉ VERS L'AVENIR

<https://www.proarmature.fr>



www.tan-acro.com

TRAVAUX ACCÈS DIFFICILE NORMAND

Créer en 1990 sur la Normandie, TAN s'appuie sur plus de 25 ans d'expérience dans le domaine des travaux en hauteur, pour répondre à toutes vos demandes, tant dans le domaine du bâtiment, de l'industrie, du nettoyage ou du contrôle.



MAINTENANCE URBAINE



MAINTENANCE INDUSTRIELLE



CONTRÔLE STRUCTURES



SÉCURITÉ, LIGNE DE VIE

TOUPIN Yann - 06 81 42 80 35
toupin.tan@free.fr

TOUPIN Arnaud - 06 08 13 68 04
arnaud.toupin76@gmail.com

Siège social : 551 Rue du Vauchel 76840 MONTIGNY
 Localisation Industrielle : 1 rue Blaise Pascal 76150 SAINT-JEAN DU CARDONNAY

Le BIM : gérer les projets de construction avec l'outil digital

Par Gabriel DESMETTRE

IMT Lille Douai, promo 2020

Actuellement en Volontariat International en Entreprise sur le projet High Speed 2, au Royaume-Uni



Alors que le secteur de la construction est en pleine révolution digitale, la technologie du *Building Information Modeling* ou *Model* ou *Management* (BIM) mêle à la fois des spécificités techniques de premier plan et une philosophie managériale innovante au sein des projets de construction. Au-delà du *Business As Usual*, le BIM se veut garant d'une nouvelle vision de la construction, beaucoup plus centrée sur les problématiques modernes, apportant davantage de clarté sur les méthodes utilisées, le cycle de vie des matériaux, l'interaction des acteurs d'un même projet, les compétences mises en œuvre... Un renouveau allant donc bien plus loin que la simple maquette 3D.

Le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics

Bien que le BTP soit l'un des premiers secteurs dans l'économie des pays européens, et qu'il ait également connu une importante croissance lors des révolutions industrielles des derniers siècles, il demeure aujourd'hui en retard par rapport à d'autres secteurs, en particulier sur la question de l'innovation. Son potentiel d'évolution est en ce sens immense.

Avant de développer les évolutions apportées par le BIM, rappelons quelques grandes idées. Un projet de construction peut être, en simplifiant, décomposé en 5 phases :

- Définition du projet, le besoin, le Pourquoi ;
- Études conceptuelle & technique ;
- Construction ;
- Utilisation ;
- Fin de vie (destruction ou réhabilitation).

Il faut ainsi bien distinguer le **projet de construction** (en entier), et la phase de construction qui n'en est qu'une partie.

D'autre part, les projets de construction se distinguent des autres secteurs par des caractéristiques très spécifiques. Tout d'abord leur taille, très variable, allant de la rénovation d'une fenêtre à la construction d'un viaduc. Puis leur durée, très variable également, pouvant aller de quelques jours à plusieurs années. Il est par ailleurs commun que le paiement ait lieu à intervalles réguliers à l'avancement du projet, avant la fin de la construction, pour permettre au constructeur d'exécuter les travaux avec ces contraintes de taille et de temps.

Enfin, leur **technicité**, ou en d'autres mots une importante quantité de connaissances pointues. Bien qu'il soit relativement simple de projeter que les avancées des *Intelligences Artificielles* dans les prochaines années puissent simplifier cet aspect, il est à noter qu'aujourd'hui une telle quantité de connaissances demandent des spécialistes de domaines variés (en ingénierie certes, mais également sur les aspects juridique, sécuritaire, logistique, environnemental, financier, parfois même politique).

Il faut donc beaucoup de monde, à plusieurs endroits et, d'autant plus sur les projets complexes, pendant longtemps. Toutes ces personnes ne communiquent pas de la même manière, pas toujours directement (il est très fréquent qu'une équipe intervienne uniquement sur une seule phase ou sous-phase d'un projet) et ont rarement les mêmes besoins et contraintes. C'est ainsi qu'encore aujourd'hui, un travail en phase d'étude est en moyenne réalisé puis révisé 7 fois !

Les dimensions du BIM

Comment donc permettre à de nombreuses personnes qui ne se croisent pas, et dont le corps de métier peut être radicalement différent, de communiquer ensemble ? L'apport du BIM sur cette problématique consiste à **centraliser, sur un modèle unique et partagé**, les données apportées par chacun des acteurs. Soit, mettre en relation une grande variété de personnes avec leur savoir propre, sur une plateforme qui évolue au cours du projet.

Dès lors, il apparaît que parmi les 3 mots composant l'acronyme BIM, le plus important soit *Information*. Pour organiser toutes ces informations, la notion de "dimension du BIM" est utilisée afin de décrire la **catégorie de données** intégrée au modèle numérique du projet. Des applications du BIM vont aujourd'hui jusqu'à la 7^{ème} dimension, bien que la théorie et la recherche actuelle évoque d'ors et déjà la 10^{ème}.

Quelles sont donc ces dimensions et quelles données intègrent-elles ? Dans un premier temps, il s'agit de suivre une organisation propice à l'utilisation du BIM : approche collaborative et définition d'un **cadre juridique** adéquate (BIM 1D) ; **Centralisation** des plans 2D sur une plateforme commune (BIM 2D).

Vient ensuite l'utilisation d'une maquette 3D (à laquelle est souvent résumé le BIM, bien que cela soit finalement quelque chose de bien plus large !), qui intègre des informations dimensionnelles et structurelles sur les éléments composant le futur ouvrage tels que les dalles, murs, fenêtres, poteaux, etc (BIM 3D). Chacun de ces éléments est ajouté en utilisant la programmation orientée objet : une représentation avec des caractéristiques propres et des relations avec d'autres objets. Le BIM 3D permet d'identifier les collisions entre ces éléments (des tuyaux qui se chevauchent par exemple) et donc de procéder à des corrections avant même d'avoir entamé les travaux.

La 4^{ème} dimension du BIM (BIM 4D) prend en compte le **planning**, autrement dit le fait que les éléments précités sont ajoutés les uns après les autres selon une planification précise en phase de construction. Qu'est-ce que cela permet ? Déjà un visuel 3D de la construction à chaque date du projet. Puis, une détection des "collisions de planning" : par exemple lorsque l'installation d'une fenêtre est programmée avant la construction du mur qui la supporte.

La 5^{ème} dimension (5D) intègre le **prix**. Chaque élément ajouté à la maquette possède une valeur et donc un prix. En ajoutant ce prix à chaque élément, on peut alors connaître le prix total brut de la construction. De plus, cette dimension intègre les quantités de chaque élément, bien pratique pour réaliser une estimation, et donc un devis.

Le BIM 6D inclue le **cycle de vie**. C'est ici que des études de **performance** peuvent être réalisées : impact thermique de l'orientation du bâtiment, du type d'isolant utilisé, du nombre de fenêtres, du type de chauffage ; répartition de la consommation électrique de l'ouvrage ; etc. Tous ces aspects peuvent être simulés virtuellement avec une importante fiabilité et ainsi faciliter la prise de décision lors de la conception. De plus, un estimatif du tonnage carbone d'une construction peut être réalisé à ce stade. L'usage de capteurs connectés ou de drones permet d'ailleurs d'enrichir encore plus ce modèle en ce sens : quantités d'azote dans les sols, impacts d'un projet sur la végétation avoisinante, respect dans le planning de la période d'envol des oiseaux de la région (que la

pollution lumineuse peut fortement perturber), etc.

La maquette numérique se comporte ainsi comme une immense **base de données**, regroupant des informations de nature très variée mais toutes liées à la construction réalisée. Après avoir été alimentée pendant la phase d'étude, puis enrichi pendant la phase de construction, cette maquette peut être exploitée pendant la **phase d'utilisation** (BIM 7D). En effet, toutes ces informations permettent de faciliter la gestion et l'entretien d'un bâtiment ou d'une infrastructure, par exemple en planifiant en avance le remplacement de composants en fin de vie. Elles permettent également d'expliquer avec un plus grand bagage d'information des anomalies telles qu'une déperdition thermique anormale par exemple, ou un mauvais éclairage intérieur.

Il est à noter que l'utilisation du BIM comme présenté ici permet une approche plus **proactive** des projets de construction. En effet, une détection en amont de la phase travaux des erreurs de conception permet de les corriger sans perturber le planning travaux (ce qui est par ailleurs régulièrement le cas quand une telle anomalie est identifiée sur chantier).

Les craintes autour du BIM

Comme pour toutes les nouvelles technologies qui ont été développées dans notre histoire, des craintes sont émises à l'encontre du BIM, et à juste titre.

En effet, une crainte est de rendre les acteurs du secteur dépendants du modèle numérique. Pire, contredire des études réalisées en s'appuyant sur un argument d'autorité de la maquette 3D : "Si c'est écrit à l'écran, c'est vrai et irréfutable". Il est clair qu'une attention toute particulière doit être apportée à la **gestion des compétences** afin d'éviter une régression chez les utilisateurs. A contrario, le BIM présente aujourd'hui une opportunité de lutter contre le *Skill Shortage* (lorsqu'un professionnel part à la retraite, en emportant avec lui tout un savoir-faire très rare sans l'avoir transmis au préalable), notamment grâce à l'intégration détaillée des méthodes constructives utilisées dans le modèle 3D, utilisable ensuite en tant que **Retour d'expérience**.

Une autre crainte réside dans une automatisation à outrance des pratiques, générant une perte de sens au travail (brown out). Cette problématique ne concerne pas uniquement l'industrie du BTP. En effet, le BIM, avec une approche très similaire au Lean (qui se développe dans de nombreux autres secteurs), permet un gain de temps par une réalisation des tâches plus efficace. L'enjeu majeur réside alors dans l'utilisation de ce temps "gagné". Sera-t-il utilisé pour faire plus de projets, de la même façon ? Ou bien pour continuer au même rythme mais avec une attention plus importante apportée aux sujets subsidiaires à l'ouvrage en lui-même, comme par exemple l'impact environnementale ?

Le green BIM

Le secteur de la construction est également un secteur de premier plan vis-à-vis de son impact environnemental. En effet, si les émissions de CO₂ directes du secteur sont estimées à environ 25% des **émissions totales en Europe, les émissions** sur le cycle de vie totale des ouvrages bâtis (bâtiment ou infrastructure confondus) s'élève à plus de 70%. Ces émissions prennent notamment en compte l'énergie utilisée pendant la vie de l'ouvrage, qui est au final la phase d'un projet de construction la plus coûteuse, à tous les sens du terme.

L'ampleur de la problématique environnementale majeure provoquée par notre espèce a no-

tamment pu être diffusée grâce à d'importantes recherches amenant des **preuves factuelles**. Comme présenté dans ce court article, le BIM rend possible une telle approche, rigoureuse et transversale, jamais égalée auparavant et nécessaire pour une compréhension plus globale de l'impact d'un projet sur son environnement (au sens écologique, économique et social).

Alors que des **stratégies bas-carbone** sont développées par les gouvernements et les entreprises, le BIM apparaît comme un outil de premier choix pour satisfaire un monitoring strict, précis et factuel d'un projet de construction, et ainsi permettre de tenir les objectifs fixés à l'horizon 2050.



EIFFAGE
ÉNERGIE SYSTÈMES

Les Ateliers Wasser

Usinage Chromage dur

Vérins hydrauliques

16 rue du Lantissargues - 34070 Montpellier
Tél. : 04 67 92 29 16 - Fax : 04 67 58 58 13
contact@atelierswasser.fr



Pierre FONTAINE
Gérant

SUD OUEST ASSURANCES & PATRIMOINE

SARL au capital Social : 3000€
Immatriculée au RCS de CAHORS n°879 206 902

20 rue de la légion d'honneur- 46000 CAHORS
Tél : 05 65 35 70 42 - cahors@agence.generalif.fr
N° ORIAS : 19008811 - https://www.orias.fr

Soumis au contrôle de l'ACPR - 4 place de Budapest 75436 PARIS Cedex

La construction hors-site

Par Antoine DUTHOIT

Responsable étude et valorisation de projets chez Bouygues Bâtiment Centre Sud-Ouest
IMT Lille Douai, promo 2005



Depuis quelques années, la construction hors-site se développe partout dans le monde. Cette nouvelle philosophie de la construction permet d'apporter des réponses aux problématiques de notre époque.

Comme le décrit le site campushors-site.com, de nouvelles techniques de construction plus ingénieuses sont nécessaires pour permettre au monde du BTP de changer. Ce changement doit amener cette industrie à devenir plus durable dans un souci de rentabilité et dans un objectif combiné de réduire à la fois les émissions de CO₂, les coûts et la durée des projets.

La construction hors-site consiste à délocaliser la construction du chantier : elle est d'abord conçue puis réalisée en atelier ou en usine pour se terminer sur le site de la construction.

Cette nouvelle manière de bâtir doit permettre de répondre aux problématiques actuelles de ce secteur. Elles se traduisent par les aspects suivants :

- Une urbanisation croissante : celle-ci met la pression sur la construction de logements neufs dans les villes ;
- Une baisse de productivité ; celle-ci s'observe depuis quelques années ;
- Un accroissement des délais de construction ;
- Une diminution de la qualité ;
- La difficulté de trouver de la main d'œuvre qualifiée ;
- Les exigences en termes de respect de l'environnement et de recyclage.



© Dossier de presse chantier Clement Canopy - BOUYGUES CONSTRUCTION

Chantier Clement Canopy - SINGAPOUR
DRAGAGES SINGAPOUR (BOUYGUES CONSTRUCTION)

La construction hors site, c'est quoi ?

Pour répondre à cette question, nous pouvons reprendre ici la réponse de Pascal CHAZAL, créateur d'Ossabois et fondateur de hors-site.com, une plateforme dédiée à la construction préfabriquée.

"La véritable révolution du hors-site réside dans une nouvelle organisation des acteurs. C'est un mode de pensée tourné vers la pré-fabrication et non plus vers le chantier ! [...] La construction Hors-site utilise grandement le numérique comme le BIM (Building information Modeling) bien sûr mais aussi et surtout les outils en provenance de l'industrie comme le DfMA (Design for Manufacturing & Assembly) : concevoir POUR la Pré-fabrication et l'Assemblage ! C'est là toute la différence, il ne s'agit plus de concevoir pour le chantier. En faisant seulement 80% du travail de conception et en laissant le reste pour le chantier. [...]"

Dans le process "traditionnel", beaucoup de temps passé à la conception, puis on recommence quand le chantier démarre, en Hors-site, on va juste au bout immédiatement, on décide plus tôt, on est juste du premier coup ! Et c'est fait ! L'économie de temps est incroyable de l'ordre de 70% mais surtout la maîtrise des informations devient possible, le BIM également ! Tout le monde sait de quoi on parle ! [...]"

L'organisation Hors-site est collaborative : le maître d'ouvrage doit choisir le Hors-site dès le début. Une équipe est constituée intégrant la maîtrise d'œuvre et le fabricant ! Il s'agit de mettre rapidement en place une véritable Supply Chain, en mesure de produire de manière efficace et qualitative."



© site internet SELVEA

Ecole Erlanger - PARIS
SELVEA

Un nouveau mode de construction

Selon le site campushors-site.com, "la construction hors-site est très différente de la construction traditionnelle. La construction dite "hors-site" consiste à construire en deux temps : en dehors du chantier, il s'agit de pré-fabriquer, produire industriellement dans des ateliers ou des usines, des éléments de plus ou moins grande taille, avec un niveau de finition très avancé. Puis livrer et assembler sur le chantier ces éléments préfabriqués pour constituer le bâtiment final.

L'approche hors-site est très distincte de la construction traditionnelle centrée sur le chantier et donc sur un projet/une opération unique. Elle se focalise sur un produit (des écoles, des hôtels, des résidences étudiantes...) et utilise les méthodologies de l'industrie telle que le DfMA et le LEAN Manufacturing appliquées à la construction pour le rendre le plus performant possible et surtout qu'il s'intègre dans une logique d'amélioration continue.

Le fait d'adopter une stratégie de construction hors-site ne signifie pas qu'il faille utiliser uniquement des unités modulaires complètes. Il existe toute une gamme d'options sur l'échelle de conversion hors-site, allant des composants standardisés aux sous-ensembles modulaires en passant par les solutions entièrement volumétriques.

L'industrie doit commencer à considérer les procédés actuels sous un angle différent et à saisir le concept d'industrialisation dans

la construction. Le concept est illustré ci-après par la roue de l'industrialisation de la construction. Cinq compétences principales doivent être comprises si nous voulons adopter une approche industrialisée :

- La conception pour la fabrication et l'assemblage (DfMA),
- La fabrication hors-site,
- La logistique et l'assemblage sur site,
- Puis la planification de l'entretien.

Ces cinq pierres angulaires s'appuient sur huit compétences en gestion qui, à notre avis, sont nécessaires pour susciter le changement.

En savoir +

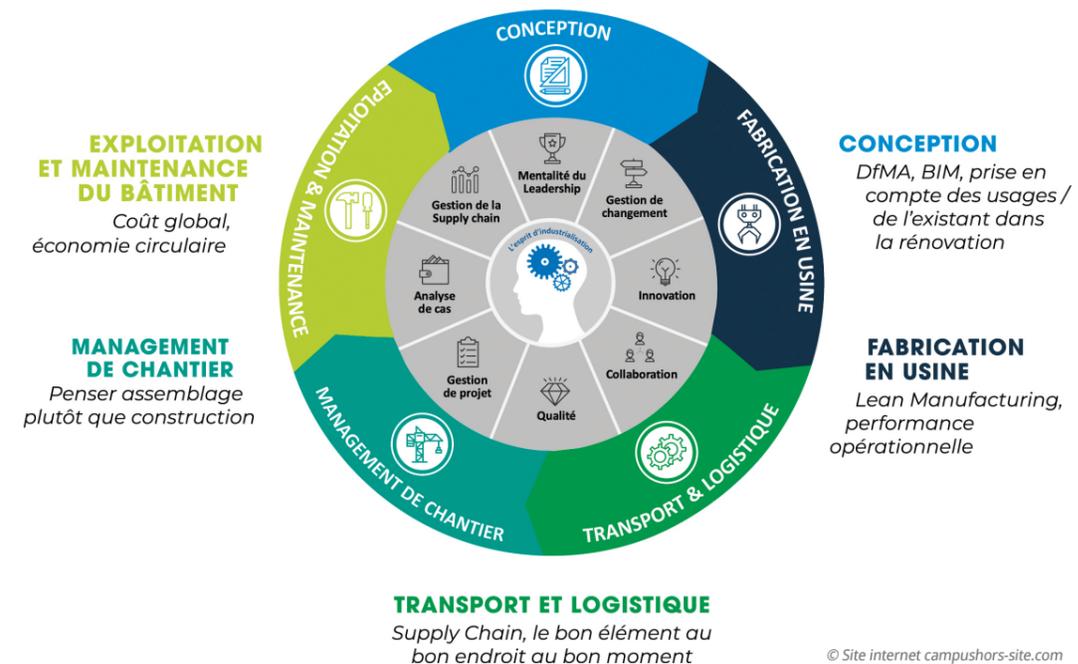
Le site campushors-site.com permet d'avoir une vision des différents aspects de cette nouvelle manière de construire. Cette plateforme a pour but de rassembler les contenus, les actualités, les initiatives dans le domaine de la construction hors-site en lien direct avec ceux qui la pratique déjà.

Le Campus Hors Site est co-financé par des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre, des entreprises et des industriels dans le domaine de la construction hors-site permettant un accès gratuit à l'ensemble des ressources de la plateforme web.

Construction industrielle en bois - SUEDE
LINDBÄCKS



© Site internet hors-site.com



Roue de l'industrialisation de la construction

Que faites-vous pour la maîtrise des risques techniques, humains et environnementaux dans votre entreprise ?



Apave accompagne les entreprises et les collectivités avec une offre complète de prestations techniques et intellectuelles :

- Inspection & Accompagnement Technique
- Bâtiment Génie-Civil
- Essais et Mesures
- Conseil Management QSSE
- Certification
- Formation

Apave Sudeurope SAS

11 Rue Alexis de Tocqueville • 31200 Toulouse

☎ 05 61 37 62 62 📠 05 61 37 62 00 🌐 www.apave.com



Galaxim®

UN UNIVERS DE SOLUTIONS

classic
fluid
planet
déco
x-trem
perf
massiv
confort

Une nouvelle offre pour les professionnels du Béton Prêt à l'Emploi :

- 8 solutions qui combinent produits et services
- Une réponse à tous les enjeux techniques, esthétiques, thermiques et environnementaux...

Une offre qui s'inscrit dans la démarche écoresponsable Lafarge 360.

LafargeHolcim Distribution

125, rue Robert Schuman - Bât. A - BP 90171
44802 SAINT-HERBLAIN Cedex
Tél.: 02 51 80 40 70

www.lafarge.fr



 A member of
LafargeHolcim

La surélévation, une réponse aux défis de la construction

Par Florence BANNIER

IMT Albi, promo 2010
Ingénieure veille et innovation chez CTICM

Cet article a été rédigé avec le concours de Stéphane Herbin et Didier Mignery.

Partout en France et en Europe, les villes sont à la recherche de solutions innovantes et économiques en matière d'urbanisme que ce soit pour densifier l'habitat dans les centres urbains, améliorer la qualité de vie du résidentiel collectif des communes périphériques ou rendre le patrimoine bâti plus résilient.

La crise sanitaire des dernières semaines a renforcé l'importance de disposer de logements confortables, tant d'un point de vue thermique et sanitaire qu'organisationnel. A titre d'exemple, l'augmentation du télétravail ou le maintien à domicile des personnes âgées impacteront encore davantage les modes de construction. Au-delà des logements en tant que tels, de nouvelles attentes apparaissent également en ce qui concerne les espaces communs, jusqu'alors souvent limités à l'accès aux boîtes aux lettres et aux circulations verticales. Il faut aujourd'hui réinventer cette zone de transition entre la sphère publique et la sphère privée, plus protégée, en intégrant dans la mesure du possible, et parmi d'autres usages possibles de ces espaces, la végétalisation de l'environnement immédiat de l'immeuble. Ces besoins peuvent nécessiter, en complément de renforcement de l'isolation, des travaux importants pour agrandir les espaces communs, créer des logements plus adaptés ou encore garantir l'accessibilité de tous les niveaux.

Les programmes de rénovation énergétique des logements collectifs n'ont pas encore permis d'engager une massification des opérations, en particulier dans le cas des copropriétés qui peinent à financer les travaux. Sur un parc de 35 millions de logements, la France compte environ 7,5 millions de "passoires thermiques"*. De plus, l'Agence parisienne du Climat et l'Anah ont indiqué** que la crise sanitaire de ces derniers mois, et l'incertitude induite, avaient entraîné une baisse des consultations et demandes d'aide pour des projets de rénovation énergétique des copropriétés.

Le plan de relance annoncé début Septembre fait la part belle à la rénovation mais les financements publics ne peuvent pas être le seul

levier utilisé pour enfin atteindre les objectifs gouvernementaux.

Pour proposer une offre nouvelle de surfaces accessibles en zones urbaines ou périurbaines de proximité et relancer une rénovation énergétique efficace, l'une des voies envisageables est la surélévation. Création de surfaces supplémentaires, valorisation financière du toit, répartition plus diffuse de l'incidence foncière, solvabilité accrue des propriétaires grâce à une ventilation des charges plus favorable, ... sont autant de leviers et d'indicateurs de réduction ou de mutualisation des coûts, auxquels s'ajoute également la diminution de leur impact carbone, conformément aux objectifs fixés par les lois du Grenelle de l'environnement.

La surélévation peut également être une réponse partielle à la politique de zéro artificialisation des sols menée par le gouvernement qui s'appuie notamment sur le rapport " La maîtrise des coûts du foncier dans les opérations de construction " remis par le député JL Lagleize fin 2019. La valorisation du foncier aérien, marché à fort potentiel, fait partie des axes proposés, complémentaire des démarches sur l'économie circulaire (réemploi, valorisation de friches industrielles...).

Des évolutions récentes du cadre réglementaire, telles que la suppression du COS avec l'entrée en vigueur de la loi ALUR ainsi que les orientations du gouvernement laissent penser que ce type d'opérations va continuer de se développer.

D'après l'étude " Construire mieux et plus durable : incidence de la loi Alur sur l'évolution du bâti parisien " réalisée en 2014 par l'Atelier parisien d'urbanisme**, "il apparaît ainsi que près de 9000 parcelles sur les 75400 environ que compte Paris pourraient faire l'objet d'un

1. Lire https://www.challenges.fr/immobilier/travaux-de-renovation-energetique-les-francais-inquiets-sur-le-maintien-des-aides-publiques_710915

2. Lire <https://www.batiweb.com/actualites/eco-construction/renovation-energetique-des-coproprietes-quel-est-l-impact-de-la-crise-2020-05-18-36424>

3. Lire https://www.apur.org/sites/default/files/documents/incidences_evolution_loi_ALUR_bati_parisien.pdf



4. Estimation UPFACTOR Geoservices®

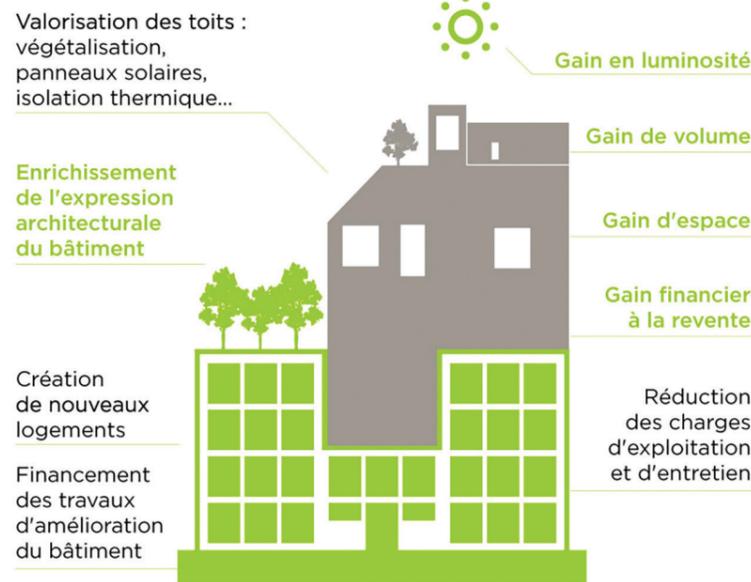
projet de surélévation des immeubles sur rue". A l'échelle nationale, on estime le potentiel de surélévation à 30 millions de m². Cela laisse présager de belles perspectives à condition que les acteurs de la construction

arrivent à faire travailler ensemble l'ensemble de la chaîne pour proposer une offre globale dédiée.

Pour ce faire, ingénieurs, architectes, économistes ou encore juristes doivent mettre en commun leur savoir-faire pour intervenir à différents niveaux :

- En R&D afin de développer les connaissances collectives et diffuser des outils de sensibilisation de ces démarches nouvelles tels que Lign2toit qui permet de faire gratuitement une pré-étude de faisabilité.
- En montage d'opérations avec une collaboration dès l'amont entre maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre et entreprises de construction.
- En production pour mettre en place une démarche d'industrialisation des solutions techniques alliant personnalisation et optimisation des coûts de fabrication, à l'instar de la filière automobile.
- Sur le chantier pour assurer une réalisation rapide avec un faible niveau de nuisance.

L'ouverture d'esprit et l'apprentissage continu enseignés dans les formations de l'IMT sont des atouts non négligeables pour tenir ce pari!



Les avantages des projets de surélévation - Source : Upfactor

3 pôles d'activités



- Déchets
DIB, Papier, bio-déchets, plastiques,...
- Ferrailles et métaux
Démantèlement, tri et valorisation
- Matériaux
Traitement et valorisation des sols excavés et matériaux de construction

Une démarche d'innovation constante



- Ingénierie process
- Valorisation des déchets
- Audit de performance
- Conception d'installations
- Management de projets
- Services supports intégrés

Des valeurs fortes



- Agilité
- Engagement
- Respect
- Optimisme

UN ÉCO-PARC DE
300 HECTARES

3 CERTIFICATIONS
ISO 9001, 14001
ET 45001

450
COLLABORATEURS

LABEL
WEEELABEX
POUR LE TRAITEMENT DES DEE

10 ÉCO-SITES
(dont 7 dans les Hauts-de-France
et 3 en Normandie)

PLUS DE
50 ANS
D'EXPÉRIENCE
DANS LA
VALORISATION
DES DÉCHETS

Valoriser le présent, préserver l'avenir
Le groupe Baudelet Environnement recrute,
rejoignez-nous !

Baudelet Environnement
Lieu-dit «Les Prairies»
59173 BLARINGHEM

Baudelet-environnement.f
Rubrique «Carrières»
03 28 43 92 20



L'impression 3D de bâtiments : l'expérience de Bouygues Construction

Par Bruno LINEATTE

Directeur du pôle de R&D Modes Constructifs de Bouygues Construction

Le 20 octobre 2020, Bouygues Bâtiment Grand Ouest et son partenaire CyBe lancent officiellement le processus d'impression 3D d'un pavillon d'accueil, au sein d'une résidence de logements en cours de réhabilitation en Normandie. C'est le début de la construction en 5 jours de ce petit bâtiment aux formes complexes... c'est aussi l'aboutissement d'un processus initié plusieurs années auparavant.

Début 2015, Bouygues Construction lance une thèse sur l'impression 3D des bâtiments. Hébergée par l'Ecole Centrale de Lille, cette thèse est le premier acte concret du partenariat qui unit l'Ecole et l'Entreprise, et c'est aussi le premier pas dans le monde de la construction additive. Cette thèse, qui investigate le modèle économique de cette technique, et explore la problématique de la caractérisation des bétons d'impression, permet au groupe d'acquiescer progressivement du savoir, mais aussi de tisser des liens avec les acteurs du sujet. Parmi eux, l'Université de Nantes qui propose à Bouygues Construction de rejoindre son consortium de recherche qui développe la technique Bâtiprint®. C'est ainsi qu'en 2017, Bouygues Bâtiment Grand Ouest, l'unité opérationnelle de Bouygues Construction dont le siège est à Nantes réalisera en partenariat avec l'Université une première mondiale pour le compte de Nantes Métropole Habitat : une maison individuelle aux courbes originales, imprimée en 3D et habitée par une famille dans toutes les conditions de conformité aux réglementations en vigueur. Il s'agit ici d'impression de polyuréthane qui sert de coffrage permanent à du béton coulé à la pompe, une technique un peu particulière, mais qui permet de toucher du doigt toutes les problématiques de la construction additive. Au vu de cette première expérience largement médiatisée par l'Université, un client Normand, Immobilière Basse Seine sollicite l'entreprise, et après mûre réflexion et des échanges réguliers, commande la réalisation d'un pavillon d'accueil de 30 m² en impression 3D béton, nommé Sphère, pour sa résidence de logements "Delattre de Tassigny" à Harfleur.

Ces deux expériences qui placent Bouygues Construction parmi les acteurs impliqués de la construction additive interviennent dans un contexte particulier pour la profession.

Contexte en premier lieu caractérisé par l'urgence d'une transition écologique. Nous faisons notamment face à une accélération de l'épuisement des ressources, et bien entendu au dérèglement climatique qui prend de l'ampleur. La construction est un secteur qui pèse lourd sur ces deux phénomènes, et les acteurs du BTP interrogent leurs modèles constructifs pour freiner les dérives constatables. L'impression 3D permettra-t-elle de diminuer les quantités de matière nécessaires ? Et du même coup les émissions associées ? L'espoir est permis, quand on sait que pour Sphère, il a nécessité de couler environ 30% de béton de moins qu'avec une solution de coffrage traditionnel...

Le contexte économique est-il favorable ? L'économie est entrée dans une phase difficile et ce pour sans doute longtemps, ce qui incite à la remise en question mais ne favorise pas toujours l'émergence des nouvelles solutions. En effet, les modèles actuels, basés sur une gestion linéaire des ressources (je puise, je consomme, je jette) et une énergie fossile bon marché, sont rodés, et bien que largement perfectibles, sont difficiles à concurrencer en coût d'investissement. Les nouvelles solutions plus favorables à la transition écologique apparaissent souvent plus chères, et ont besoin d'être validées, industrialisées, massifiées, pour espérer envahir le marché.

Le contexte, c'est aussi l'irruption du numérique dans tous les domaines, et la construction n'y échappe pas. Parmi les avantages espérés, qui sont nombreux, des chantiers mieux organisés, mieux contrôlés. En amont, on attend plus d'efficacité dans la conception des ouvrages, plus de facilité à synthétiser des enjeux complexes, et au passage toujours plus de créativité au service du geste architectural. Si on y ajoute une société qui exprime un souhait d'individualisation, de personnalisation...



TCL

Travaux Publics

Z.A. de l'Avaleresse
Rue César Dewasmès
BP 20045 - 59690 VIEUX-CONDÉ

Tél. 03-27-21-87-20

Fax 03-27-21-87-29

contact@tcl-travauxpublics.fr

www.tcl-travauxpublics.fr



**La compétence régionale
d'aménageur**

ELECTRICITE RESEAUX

s.a. BORDÈRES

SIEGE SOCIAL : AGDE

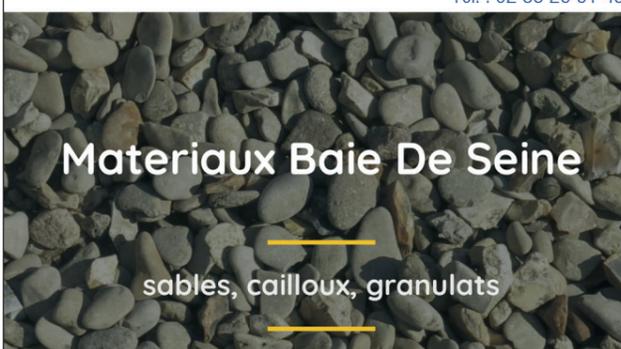
Tel. 04 67 01 02 60 - Fax : 04 67 94 03 70 - e-mail : contact@saborderes.fr

Conseil informatique Pour les PME-PMI

Customisation et développement à façon



www.aio-solutions.fr
contact@aio-solutions.fr



sation, on sent bien que penser à l'impression 3D a du sens.

En observant ce qui se passe dans d'autres secteurs plus avancés sur le sujet comme l'aéronautique, l'automobile, le médical... on retrouve bien les applications de l'impression 3D dans ces secteurs pour la réalisation de formes complexes, sur mesure, en petite ou moyenne série. Avec souvent une recherche de performance accrue, un gain de poids, une économie de matières onéreuses, ou encore une production accélérée et simplifiée de pièces complexes. Et en cela, les expériences connues à ce jour d'impression 3D dans le BTP vont souvent dans cette direction : des formes sophistiquées, qu'il coûterait cher de réaliser avec des procédés traditionnels, coffrages ou maçonnerie...on commence également à parler de déposer de la matière en quantité juste nécessaire là où c'est nécessaire, allant ainsi vers ce que l'on peut nommer optimisation topologique.

Mais le parallèle n'est pas total. On peut noter quelques divergences. Premièrement, contrairement à certains procédés industriels soustractifs (usinage) générateurs de déchets parfois importants, la construction est déjà un procédé additif (la maçonnerie en briques ou en blocs de béton en est un). Ensuite, une autre différence est à prendre en compte pour trouver la place de l'impression 3D dans le BTP : traditionnellement, la construction d'un ouvrage se fait sur place. Et il se trouve que les expériences d'impression 3D sur site ont mis en évidence des contraintes importantes : nécessité d'une protection du chantier aux intempéries, coordination avec les autres corps d'états, puissance électrique nécessaire, etc. Ce frein peut être levé, en recourant à la préfabrication. Or, si ce modèle industrialisé partage encore largement son marché avec la construction sur site, il est largement entré dans les usages. Et c'est par là que l'impression 3D peut contourner les difficultés du chantier, en préférant peut-être l'impression en usine puis un transport des pièces. Un état de l'art approfondi réalisé par notre entreprise en 2020 montre que de fait, si les actions les plus médiatisées se déroulaient majoritairement sur site, plus de la moitié des éléments imprimés à travers le monde le sont en réalité en usine ! Le bâtiment de demain pourrait donc associer des pièces préfabriquées très standardisées pour faire chuter les coûts et certaines, spécifiques et aux formes complexes, imprimées hors site.

Citons au passage deux micro-marchés qui pourraient être un premier ancrage de cette technique dans le monde de la construction : les ouvrages d'assainissement en rénovation, nécessitant des pièces sur mesures à fabriquer très vite pour limiter les temps d'ouverture de



chaussée (photo de l'entreprise hollandaise CyBe), ou la création de récifs artificiels très spécifiques par leur forme bio-mimétique (photo en exemple : récifs imprimés par l'entreprise française XtreeE).

Pour Bouygues Construction, qui se voit régulièrement confier la réalisation de grands ouvrages emblématiques, imprimer des parties d'ouvrages aux formes complexes aura du sens. Nos estimations, réalisées avec nos partenaires, laissent penser que pour des ouvrages particulièrement complexes, nécessitant des coffrages onéreux et longs à réaliser, sans réemploi possible, l'impression 3D est probablement une bonne solution, plus rapide, plus compétitive.

Les choses vont encore évoluer dans les années à venir, mais on peut imaginer que le marché de l'impression 3D dans la construction commencera à se développer dans un marché de niche, plutôt haut de gamme, et probablement dans un schéma majoritairement "hors site", en parallèle d'un mouvement global déjà bien engagé d'industrialisation de la profession.

» SPHÈRE ET YHNOVA

De ces deux démonstrateurs réalisés sur site, nous avons tiré de nombreux enseignements, et dégagé des pistes de réflexion. Tout d'abord, dans les deux cas, des formes courbes avec des surfaces gauches ont été réalisées. Le but était de démontrer la capacité du robot d'exécuter de façon fiable et rapide ces formes complexes. Mais la conséquence directe est un renchérissement global du projet, y compris pour les corps d'états de finition qui doivent alors s'adapter à ces courbes non rectilignes. Si on entend donc produire plus de bâtiments avec des formes sinueuses, il conviendra d'avoir une chaîne complète de conception (numérique) et de réalisation qui intègre cette complexité en amont pour espérer limiter ce surcoût. Par ailleurs, la jeunesse de cette technique et le procédé même de l'impression couche par couche conduisent pour l'instant les entreprises et les organismes de contrôle à la prudence. Cela engendre divers surcoûts là encore, par exemple en doublant la structure imprimée d'une autre structure logée en son sein pour assurer la stabilité de l'ouvrage, double structure qui pourra sans doute être supprimée à l'avenir dans nombre de cas, lorsque nous aurons assez de recul. Enfin, dans une logique "sur site et tout corps d'états", l'irruption d'un robot sur un chantier a plusieurs conséquences : d'abord, le robot imprimeur agit sur des scénarii totalement prévus à l'avance, rendant toute modification de dernière minute difficile et imposant un rythme très cadencé aux autres acteurs du chantier. Cette prédictibilité extrême vient remettre en question les habitudes des opérationnels, basées sur la capacité à réagir, résoudre les problèmes de dernière minute, voire improviser. Si la suppression de certaines tâches pénibles a été saluée, la crainte d'un monde trop prévu à l'avance, bridant les initiatives individuelles a émergé. Signalons enfin que si d'éventuelles craintes pour l'emploi avaient été exprimées (en général par des personnes extérieures à la profession), il est vite apparu que pour l'instant, le nombre d'opérateurs sur site reste important, que ce soit pour piloter le robot ou pour assurer la logistique.



» UNE TECHNOLOGIE DE CONSTRUCTION ADDITIVE DÉVELOPPÉE PAR CYBE

Les murs de cet espace de 29 m² sont réalisés en 9 pièces majeures verticales indépendantes de 2,5 m de largeur et jusqu'à 3,3 m de hauteur. Le robot de CyBe imprime directement sur site les parois en béton en différentes couches successives. Les murs sont composés de plusieurs peaux qui renferment l'isolant et une structure de chaînage.

Pour cette nouvelle expérimentation, Bouygues Bâtiment Grand Ouest, avec l'appui de la R&D Bouygues Construction, a fait appel à la startup CyBe qui a déjà plusieurs réalisations à son actif à travers le monde, notamment à Dubaï avec le R&Drone laboratory en 2017.

La startup hollandaise met en œuvre une technologie très innovante d'impression en 3D au moyen d'un robot 6 axes de grandes dimensions, le robot CyBe R 3Dp ne nécessitant que 2 pilotes. Mobile, il permet d'imprimer directement sur site ou de pré-fabriquer en fonction des besoins. Cette technologie repose sur l'impression directe du béton, contrairement à Yhnova, avec la technologie Bati-Print3DTM, qui consistait à imprimer un coffrage en polyuréthane destiné à être rempli de béton.



servicenow™

C'est ce que nous appelons : « The smarter way to workflow™. »

ServiceNow vous donne les moyens de simplifier le monde du travail, en toutes circonstances. Ainsi, les employés peuvent être productifs, où qu'ils se trouvent. Les clients obtiennent ce dont ils ont besoin, quand ils en ont besoin.

© 2021 ServiceNow. Tous droits réservés.



VapéRail VR
Innovation track

Expert de l'infrastructure ferroviaire !

“PURE PLAYER” DE L'INFRASTRUCTURE FERROVAIRE, ET ECO-SOLUTIONS

L'innovation au cœur de notre ADN

Nous avons construit un écosystème industriel robuste et visionnaire qui nous permet de répondre aux cahiers des charges les plus exigeants de l'infrastructure ferroviaire.

Précurseur dans la mise en œuvre de solutions digitalisées pour la voie

Grâce au déploiement permanent de solutions d'accompagnement de nos clients, selon des modes opératoires techniques et digitaux, nous analysons, anticipons, résolvons, planifions, allégeons les charges de gestion inhérentes à l'activité de la voie.

La sécurité et l'environnement sont au cœur de nos préoccupations

Nous affirmons notre volonté de nous inscrire dans une démarche de développement durable. En plaçant les bonnes pratiques environnementales au cœur de notre écosystème, nous nous engageons avec nos collaborateurs, fournisseurs et sous-traitants dans un cercle vertueux. Nous développons des ECOSolutions qui, tout en répondant aux besoins clients, réduisent simultanément l'empreinte économique et environnementale.



PROFIL
ENERGY
TRAVAUX EN HAUTEUR

VOTRE SOLUTION EST DANS NOS CORDES
Tél. 04 91 08 06 33
www.profil-acro.com



NOS SERVICES

- ✓ Sécurisation (ancrage, lignes de vie, filet, gardes corps)
- ✓ Couverture/bardage
- ✓ Montage métallique, soudure QS QMOS
- ✓ Peinture ACQPA / revêtement/ nettoyage
- ✓ Maçonnerie
- ✓ Inspection contrôle MT UT cofrend
- ✓ Electricité/Paratonnerre
- ✓ Travaux en milieu confiné sous ARI
- ✓ Travaux sur amiante SS4

NOTRE ENTREPRISE EST SPÉCIALISÉE DANS LA POSE DE RÉSEAUX SECS ET HUMIDES, CANALISATIONS, TERRASSEMENT.

NOS CLIENTS

LES SYNDICATS D'ÉLECTRIFICATION
LES SYNDICATS D'EAU
ENEDIS
LES COLLECTIVITÉS LOCALES

Pelka Réseaux & Canalisations

431 Chemin de Leuze 84330 CAROMB
Tél : 04 90 62 42 82

WWW.VAPERAIL.COM



Un partenariat d'innovation dans le domaine des matériaux routiers

Par Julien WALIGORA, Frédéric LOUP, David BULTEEL & Marie-France LACRAMPE



Julien WALIGORA, Doctorant au sein d'IMT Lille Douai de 2005 à 2008, Chefs de projets Recherche et Innovation. Frédéric LOUP, Directeur Technique, Recherche et Innovation chez EIFFAGE Route. David BULTEEL et Marie-France LACRAMPE sont Professeurs à IMT Lille Douai. Ils présentent la chaire industrielle de recherche EIFFAGE ROUTE - IMT Lille Douai.

EIFFAGE ROUTE, intégré à la branche Infrastructures du Groupe EIFFAGE, et l'Institut Mines Télécom (IMT) Lille Douai, Ecole d'Ingénieurs et Centre de Recherche, collaborent dans le cadre d'une Chaire industrielle de recherche sur le développement de matériaux routiers. Ce partenariat d'une durée de cinq ans (2015-2020) permet de renforcer les synergies entre EIFFAGE ROUTE et l'IMT Lille Douai dans le but de répondre aux enjeux présents et futurs des métiers de la route et du génie civil.

L'originalité de cette Chaire est de s'appuyer sur une expertise forte de l'IMT Lille Douai dans les domaines des constituants minéraux et organiques. Ainsi, deux départements de recherche de l'IMT Lille Douai, Génie Civil et Environnemental (GCE) d'un côté, Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique (TPCIM) de l'autre, regroupés depuis le 15 janvier 2019 au sein du CERI (Centre d'Enseignement, de Recherche et de l'Innovation) "Matériaux et Procédés", sont impliqués dans ce partenariat.

Trois thématiques de recherche stratégiques pour EIFFAGE ROUTE sont étudiées dans le cadre de la Chaire, au travers de deux thèses de doctorat et d'une étude spécifique :

1/ Contrôle de la morphologie et des propriétés industrielles de mélanges bitumes / polymères.

L'objectif de cette thématique est d'aboutir à une meilleure connaissance des interactions et des relations microstructures-propriétés entre les bitumes et les polymères en s'appuyant sur les compétences du Département TPCIM de l'IMT Lille Douai en matière d'élaboration et de caractérisation de systèmes polymères complexes mais également en rhéologie et en analyses physico-chimiques. Les travaux réalisés au travers d'une thèse

de doctorat, soutenue en 2018, ont permis de contribuer à l'amélioration des propriétés des bitumes modifiés aux polymères indépendamment de leur provenance (France vs. International), et donc d'optimiser leur qualité d'usage. Par ailleurs, des modèles rhéologiques innovants ont été explorés afin de prédire le comportement des bitumes après modification avec des élastomères.

2/ Valorisation en technique routière des matériaux excavés lors du creusement de tunnel, des sédiments marins et des sédiments fluviaux.

Ces matériaux, souvent très riches en eau et plus ou moins pollués, sont en l'état difficilement valorisables en technique routière. Sur cette thématique, EIFFAGE ROUTE s'appuie sur l'expertise du Département GCE de l'IMT Lille Douai en matière de caractérisation physico-chimique, minéralogique et environnementale. Une thèse de doctorat est en cours, avec pour objectifs de caractériser finement les polluants présents dans ces matériaux et de développer des solutions de traitement à la carte (corrections granulaires, liants spécifiques constitués ou non de sous-produits industriels). Les performances mécaniques et environnementales obtenues sont étudiées avec pour finalité la réalisation de couches de forme, d'assises routières ou de coulis de comblement permettant de préserver les ressources naturelles classiquement utilisées.

3/ Etude visant à sélectionner des granulats à haute adhérence à partir de la performance mécanique à l'échelle microstructurale par indentation sous MEB.

L'objectif de cette thématique, conduite sous la forme d'une étude spécifique, est d'établir un lien entre les caractéristiques des granulats à l'échelle microstructurale (dureté des phases minérales) et leurs propriétés de sur-

face (coefficient de polissage accéléré PSV), dans le but de sélectionner de nouveaux granulats à haute adhérence. Cette étude porte à la fois sur des granulats naturels et issus de sous-produits industriels.

Une technique d'analyse performante spécifiquement développée à l'IMT Lille Douai est utilisée : l'indentation sous MEB (microscopie électronique à balayage), permettant de déterminer la dureté des différentes phases minérales constituant un granulats.

L'ensemble de ces travaux de recherche permet à EIFFAGE ROUTE d'acquérir d'importantes connaissances scientifiques sur des thématiques stratégiques et de poursuivre ses innovations en matière de développement de matériaux routiers. Les résultats obtenus ont déjà fait l'objet de communications dans diverses conférences et des articles pour publication dans des revues scientifiques internationales sont en cours de rédaction, témoignant de la qualité des travaux réalisés et de ce partenariat.

“

TÉMOIGNAGE : Alain SCHMITT, Directeur de l'IMT Lille Douai

LES CHAIRES INDUSTRIELLES DE RECHERCHE constituent pour EIFFAGE ROUTE des PARTENARIATS DE LONG TERME. Depuis quelques années, nous avons souhaité mettre en place avec certaines Grandes Ecoles une politique de partenariat de long terme au travers de Chaires industrielles. L'Ecole des Mines de Douai, devenue l'Institut Mines Telecom Lille Douai, fait partie intégrante des écoles cibles partenaires d'EIFFAGE ROUTE. La présente Chaire est structurée autour de trois thématiques stratégiques pour EIFFAGE ROUTE : les bitumes modifiés en polymères à hautes performances (nos liants Biprène®), le traitement environnemental de boues de tunnelier et de sédiments (marins et fluviaux), les granulats à haute adhérence (pour enrobés Sécuriprène®). Les deux premiers sujets ont fait l'objet de thèses de doctorat, dont une soutenue. Plus globalement, cette Chaire vise à créer de la valeur scientifique et pédagogique pour l'Ecole, et de l'innovation facteur de compétitivité pour l'entreprise.

”

“

TÉMOIGNAGE : Francois OLARD, Directeur Recherche & Innovation, Directeur Technique Adjoint d'EIFFAGE ROUTE

L'IMT Lille Douai a aujourd'hui une Chaire d'enseignement et quatre Chaires de recherche, dont certaines rassemblent plusieurs entreprises partenaires. C'est une modalité qui nous apparaît particulièrement adaptée aux collaborations durables et structurantes que nous souhaitons développer avec des partenaires stratégiques. EIFFAGE ROUTE est en l'occurrence une entreprise parfaitement représentative de celles avec lesquelles nous voulons porter des programmes ambitieux qui allient la création de nouvelles connaissances et leur valorisation au travers de projets comportant de réels enjeux de développement économique. La pertinence des travaux conduits depuis plusieurs années est démontrée par les très bons résultats obtenus et les perspectives que nous identifions sont prometteuses. Elles nous incitent à poursuivre sur cette trajectoire et à consolider notre alliance avec EIFFAGE ROUTE.

”

BILFINGER LTM INDUSTRIE SAS

40 ANS D'EXPÉRIENCE AU SERVICE DE L'INDUSTRIE

ENSEMBLE LIÉ INDUSTRIEL, SPÉCIALISÉE DANS LES MARCHÉS DE L'OIL AND GAS ET LE PHARMA PROCESS



Fort de ses implantations françaises et de ses **300 collaborateurs**, l'entreprise est capable de s'adapter aux demandes et exigences de ses clients avec des procédés innovants :

- > Conception de skids ou d'éléments modulaires transportables,
- > Réalisation de projets et d'Arrêts en Industrie (Fours/ colonnes / tuyauteries/...),
- > Suivi des avancements de chantier par application numérique et contrôle des différentes étapes d'avancement en déportées,
- > Revue de process,
- > Revue ergonomie et de maintenabilité des installations avec des outils de réalité virtuelle.

Des équipes spécialisées dans chaque domaine, des ateliers dédiés aux spécificités des marchés, une entreprise agile et engagée pour ses clients, permettent d'assurer une amélioration continue.

Bilfinger LTM Industrie SAS
114 Impasse Pasteur
ZA du Bois Chevrier 69780 TOUSSIEU
Tél. +33 (0)4 72 04 53 54
www.ltm.bilfinger.com - www.bilfinger.com



Les bétons bio-sourcés dans le bâtiment

Par Morgan CHABANNES
Enseignant-Chercheur à IMT Lille Douai



Les bétons bio-sourcés dans le Bâtiment : des matériaux d'inspiration ancestrale pour répondre aux défis environnementaux émergents.

Dans la période d'après-guerre (1945-1974), les principes constructifs envisagés dans un contexte de production rapide et industrielle du logement considèrent la contrainte énergétique comme une donnée secondaire. Ces bâtiments souffrent d'importantes pathologies thermiques se traduisant notamment par des problèmes de condensation dans les parois qui étaient pourtant bien gérés dans les constructions en maçonneries traditionnelles (pierre, torchis, etc.). L'essor des grands ensembles urbains au cours des années 1960-1970 s'accompagne de la production de plusieurs matériaux manufacturés (parpaings en terre cuite, en béton, etc.) dont les propriétés hygrothermiques sont très différentes et le fonctionnement thermique des bâtiments conçus durant cette époque reste souvent déconnecté du milieu environnant. L'isolation par l'intérieur est largement utilisée en France à partir du milieu des années 1970 (première réglementation thermique en 1974). Les laines minérales (verre, roche) vont apparaître pour répondre rapidement à la question de la performance énergétique. Ce type d'enveloppe se montre toutefois assez peu efficace pour résorber les ponts thermiques et traiter convenablement le confort d'été, ce dernier impliquant parfois un usage excessif de l'air conditionné. Par ailleurs, si la consommation d'énergie liée à l'usage des bâtiments s'est assez nettement améliorée depuis, l'effort à porter sur l'impact environnemental des matériaux de construction doit quant à lui être sans relâche.

paille de chanvre), se sont eux développés en France depuis le début des années 1990. Ils requièrent une faible énergie de fabrication, contribuent fortement à limiter la consommation des ressources naturelles non renouvelables et se caractérisent par une très bonne capacité à réguler l'humidité dans les bâtiments. Aussi, lorsque l'usage de produits phytosanitaires pour la production agricole reste raisonnable, les émissions de composés organiques volatiles sont quasiment inexistantes, contrairement à des matériaux synthétiques comme le polystyrène.

Les recherches qui sont menées intègrent le recours à des matières premières renouvelables et locales nouvelles, qu'il s'agisse des biomasses végétales ou du liant. Les bétons de granulats végétaux ont toutefois du mal à s'intégrer convenablement sur le marché. Le développement des produits de construction conventionnels passe par une phase de normalisation, laquelle a tendance à pénaliser les matériaux d'origine naturelle. Si les laboratoires de recherche apportent leur pierre à l'édifice en produisant une connaissance scientifique approfondie en amont, les pouvoirs publics doivent également se donner les moyens de lever les verrous qui freinent l'expansion des marchés.

Dans ce contexte, le CERI Matériaux & Procédés d'IMT Lille Douai, composante du LG-CgE, mène des recherches dans le domaine des matériaux bio-sourcés. Ces derniers s'inspirent grandement des savoir-faire ancestraux (comme les colombages terre-paille) et certains, utilisés depuis l'Antiquité, réapparaissent aujourd'hui. Les bétons de chanvre, qui correspondent à une association de chaux et de chènevotte (co-produit de la



ENGIE Solutions
VILLES, INDUSTRIES, TERTIAIRE

Agir pour un monde bas carbone, c'est renforcer les performances des industries locales.

Consommer moins de ressources | Passer à l'énergie verte | Réinventer les espaces de vie et de travail

ENGIE Solutions, le nouveau nom de ENGIE Axima, ENGIE Cofely, ENGIE Ineo et ENGIE Réseaux.

L'énergie est notre avenir, économisons-la!

MR0D RECRUTE
Rejoignez-nous!

L'INNOVATION À PORTÉE DE MAIN

MR0D est une société de Conseil en Ingénierie et en Innovation dédiée à l'accompagnement projet de ses clients. De la R&D à la production, nos équipes vous proposent des solutions sur-mesure afin de vous conseiller et développer vos projets d'innovations. Avec un savoir-faire multisectoriel et aux côtés d'intervenants et experts exclusifs nous développons votre croissance et vous accompagnons avec rigueur et méthodologie. Devenez acteurs de vos projets!

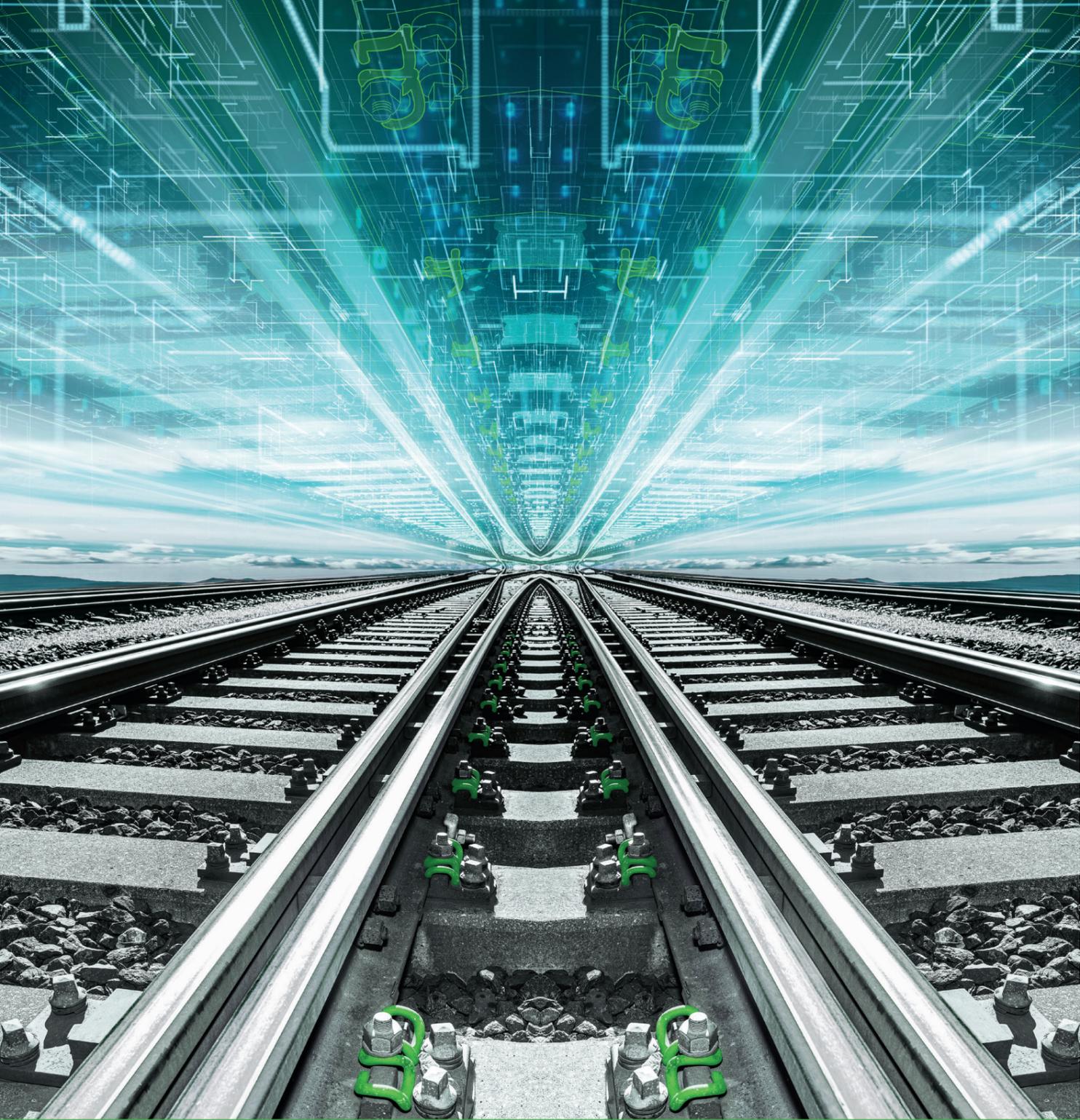
Avec MR0D, ensemble pour innover.

INGÉNIERIE | CIMROD BUREAU D'ÉTUDES | SOLUTIONS RH | I.T.

MR0D
ENSEMBLE POUR INNOVER

Siège Social : MR0D - Pôle INNOVARE
3 place d'Haubersart - 59500 Douai
Tél : 03 59 61 18 30

www.MR0D.fr



Innovation

>> Les nouvelles pratiques du BTP / L'évolution des grands projets

Le VORTEX Un projet hors norme

Par Benoît DEMARLE

IMT Lille Douai, promo 2009
Responsable opérationnel du Service Matériel chez Losinger Marazzi



Le projet

"Vortex" est le nom du nouveau campus universitaire de Lausanne, prévu pour héberger plus de 1 200 étudiants. Son budget est d'environ 180 millions d'euros. Avant de recevoir ses premiers étudiants il a servi de Village Olympique pour les Jeux Olympiques de la Jeunesse 2020 de Lausanne.

De diamètres extérieur de 137 mètres et intérieur de 105 mètres, la spirale de béton s'élève régulièrement de 1% en effectuant près de huit rotations, pour atteindre une hauteur totale d'environ 27 mètres. La surface non occupée autour des boîtes de logement est conçue comme deux rues de village tournant dans et autour du vaste cylindre.

En dépit de sa géométrie particulière, la construction du bâtiment a pu se faire de façon relativement traditionnelle. Les sous-sols, situés à une profondeur d'environ 5m, ont été réalisés à l'abri de rideaux de palplanches. La construction de la rampe s'est effectuée sur des tables de coffrages en bois correspondant à la géométrie de l'ouvrage et pouvant être réutilisées pour chaque étage. Les murs verticaux étaient quant à eux coulés dans des banches de coffrage métalliques. Pour des raisons organisationnelles, nous disposions des tables de coffrage pour un étage complet. Elles étaient successivement déplacées d'étage en étage à l'aide de quatre grues dont les mouvements étaient coordonnés. Le travail de manutention était assuré par deux équipes d'ouvriers qui travaillaient simultanément, l'une en face de l'autre. Le rendement a été d'environ 12 jours de travail par niveau. La réalisation des murs de séparation comprenait aussi la mise en place d'un profilé métallique dans chaque mur pour la fixation ponctuelle de la coursière : une opération répétée à quelque 900 reprises et selon des géométries variables sur un même étage, selon les diverses typologies des logements.

Quelques chiffres : 30 000 m³ de béton, 3 000 tonnes d'acier, 25 000 m² de dalles, 916 salles de bain préfabriquées. Les coursières intérieure et extérieure permettent de circuler dans l'ouvrage : pour ceux qui souhaitent accéder au bar panoramique au dernier étage il faudra marcher 2,5 km !

Ma mission sur ce projet

J'ai eu la chance d'être le responsable du Gros Œuvre. Ma mission a été de coordonner pendant presque deux ans l'ensemble des travaux : du premier m³ de terrassement au dernier m³ de béton !

J'ai eu la chance de travailler avec une équipe de 4 ingénieurs travaux, 5 chefs de chantier et une centaine de Compagnons.

J'ai beaucoup pensé à ma formation initiale aux Mines de Douai : apprendre à s'adapter à des situations nouvelles : comment construire un ouvrage circulaire dont les coursières extérieures doivent parfaitement se connecter ? Comment industrialiser au mieux des tâches que l'on doit répéter 1 000 fois ? ...

Making tracks available

Acteur majeur du secteur des infrastructures ferroviaires, Vossloh offre au marché du trafic ferroviaire de nouvelles perspectives, plus modernes et économiques. L'association intelligente d'une technologie ferroviaire éprouvée et de solutions numériques est gage de performance des voies sur le long terme.

vossloh.com

vossloh



© Losinger Marazzi SA ; Tracés

M
E
nerci

43

Numéro 9
Février 2021

Le Viaduc OA6 de Perpignan Réalisation

Par Jean-Pierre VITU
IMT Lille Douai, promo 1983
Directeur développement Occitanie de Razel-Bec



Le 30/07/2020, une visite technique d'un chantier exceptionnel d'ouvrage d'art à Perpignan était organisée par le groupe Mines+ Languedoc Roussillon. Regardons d'un peu plus près la méthode utilisée, innovante et surtout améliorée en continu au fil des ouvrages réalisés.

Un peu d'histoire

Pour mieux comprendre la technique, un petit retour aux bases s'impose :

Comme chacun sait, l'invention du béton armé est française (cocorico !) : Joseph Monnier, entre 1867 et 1890, crée des "pots de fleurs en ciment armé", suivi de près par François Coignet et Joseph Hennebique (1^{ère} dalle de béton de ciment armé de fers ronds, 1890). Le premier règlement sort en 1906, ce qui lance la saga de la construction moderne !

Deux matériaux complémentaires : Comme on le pressent intuitivement, le béton est très résistant à la compression mais il est plus faible en traction/flexion. On imagine une petite poutre de béton pur entre 2 appuis : elle se brisera assez facilement si on appuie au milieu alors qu'un profilé métallique aura plutôt tendance à se déformer sans se casser. Mais pour les mélanger intimement, une condition s'imposait, condition mise en valeur par ces valeureux pionniers: Béton et aciers ont quasiment le même coefficient de dilatation thermique !

Il suffira maintenant de les disposer au mieux de leurs performances dans les zones des sections sollicitées ; par exemple les aciers plutôt en bas pour une poutre en flexion simple.

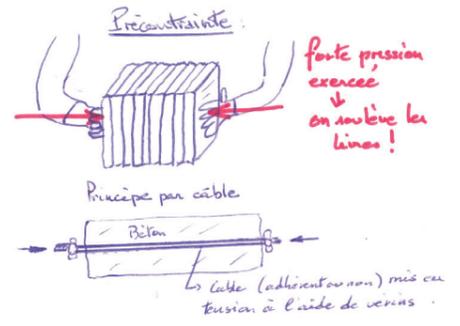
Le béton armé est ainsi prêt !

Mais l'amélioration ne s'est pas arrêtée là : en 1928, le brillant polytechnicien Eugène Freyssinet invente le béton précontraint,



Eugène FREYSSINET (1879-1962)

qui multiplie les capacités du béton armé en comprimant le béton à l'aide de câbles ou de fils adhérents avant de le charger. Il peut ainsi accepter beaucoup plus de contraintes et c'est ainsi que les grandes portées et la finesse des ouvrages actuels a été permise. Pour mieux comprendre ce qu'est la précontrainte, imaginez que vous devez transporter une dizaine de livres avec vos mains uniquement : une des solutions consistera à aligner les livres les uns sur les autres en les comprimant fortement avec vos bras !



Vous avez introduit avec vos membres une contrainte de compression qui relie et rigidifie l'ensemble !

Voilà nous sommes prêts.

Le Viaduc OA6 de Perpignan

Ce viaduc en cours de construction, de 250 ml de long, utilise une technique innovante dite de "dalles poussées à connexion différée" permettant la réalisation du tablier en béton armé depuis une aire de préfabrication sur la berge, en "morceaux" de 6 ml de long qui sont quotidiennement fabriqués l'après midi et poussés à l'aide de vérins le lendemain matin, soit une progression continue de 6 ml par jour ! Les avantages sont multiples aussi bien au niveau de la sécurité (pas de survol des ouvriers lors du coulage) que du point de vue qualité structurelle intrinsèque (absence de fissures).

L'ouvrage

Constitué de 4 travées, 3 piles en rivière et 2 culées, la structure de l'ouvrage retenue est celle d'un bipoutre métallique (2 gros profilés en PRS (profilés reconstitués soudés, pour reprendre l'essentiel de la flexion) avec un tablier (dalle de compression) en béton armé.

Les 3 piles architecturales sont fondées sur pieux.

Sa section de 14.24 m reprendra 2 voies + piste cyclable.

On retrouve bien l'attribution de chacun des matériaux dans leur domaine de "prédilection" :

2 grosses poutres métalliques en bas (H = 2 mètres environ !) pour la flexion et un tablier, mince, en béton armé pour reprendre la compression.

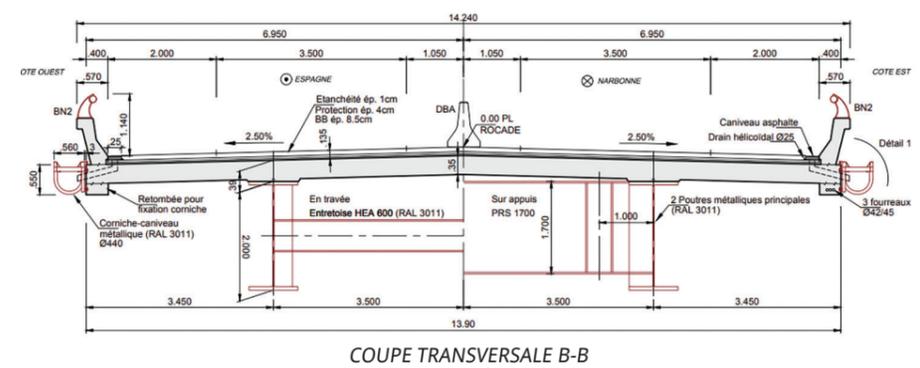
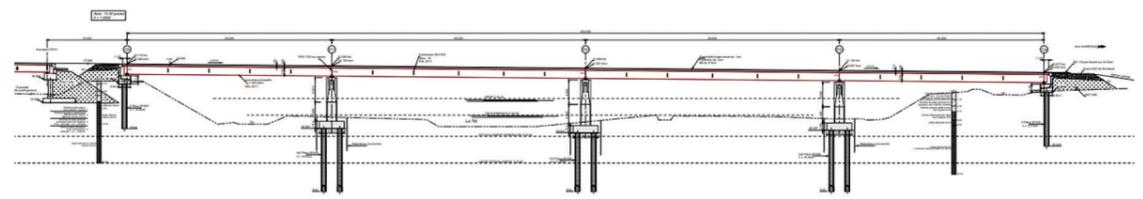
La méthode

La méthode traditionnelle consiste à couler ce tablier en place par tronçons par des coffrages mobiles qui se déplacent sur les poutres.

Ces tronçons chargent les poutres de façons différentes en fonction de l'avancement des coffrages (qui n'est pas linéaire) et donc ces poutres se déforment selon ces cas de charges. D'où le problème et l'idée de la méthode :

Lorsque l'on coule un plot en équipement mobile, nous lions de façon définitive et intime la dalle de compression en béton avec les poutres métalliques. Il n'y a plus de déplacement possible sauf à générer des fissures de retrait contraint, fissures très dommageable pour la pérennité de l'ouvrage !

En effet, lorsque nous allons couler le plot suivant (qui en général n'est pas contigu au précédent), nous allons induire de nouvelles

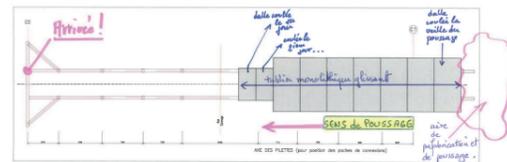


contraintes différentes du cas de charge précédent, et ainsi une autre déformation. Les plots déjà coulés étant scellés avec les poutres, les fissures apparaissent !

Il fallait donc trouver une méthode pour couler les plots de tabliers en béton et ne les lier avec la charpente métallique qu'à la fin, quand l'intégralité du tablier est coulée et que les poutres ont leur déformée quasi définitive ! Plus de fissures, un ouvrage plus sain et durable !

La méthode consiste donc à couler le tablier en béton armé par tronçon sur une des berges, puis le pousser en glissant sur les poutres métalliques à l'aide de vérins en laissant un "tunnel" pour laisser passer les goujons de connexions. Le lendemain on pousse le plot coulé (en général environ 6 ml de long) sur la charpente déjà posée sur 6 ml et on en recoule un suivant accolé au précédent.

Ce schéma de "petit train" permet ainsi de créer un tablier monolithique qui avance de la longueur d'un plot par jour jusqu'à atteindre l'autre rive. Nous aurons donc le tablier monolithique final posé sur les poutres sans y être connecté de façon définitive !



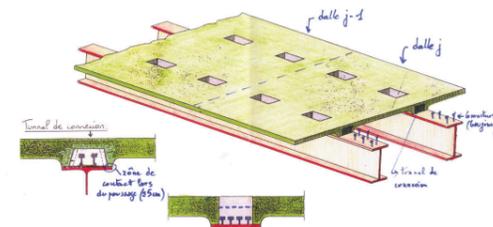
Il sera ensuite clavé de façon définitive lorsque l'ouvrage aura atteint l'autre rive !

Principe de poussage au... 9^{ème} jour

La charpente est prête !



On notera sur le dessus des profilés les connecteurs (goujons soudés) qui lieront le tablier en béton avec la charpente lors du clavage final.



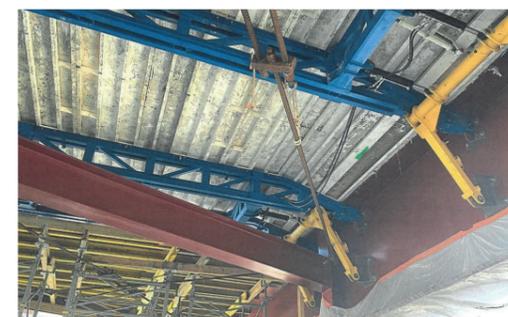
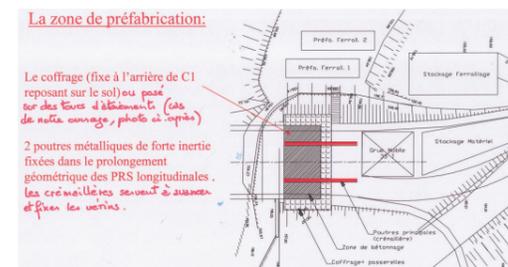
Principe 2

Cette méthode, en théorie très simple, pose néanmoins quelques problèmes technologiques :

1/ le coulage et le poussage quotidien d'une dalle/jour

Bien que celle-ci soit coulée sur la "terre ferme", il faut organiser une aire de préfabrication bien réfléchie pour avoir à proximité de grue les aciers prémontés. Le coffrage devra être équipé de procédés de décintrage hydraulique pour décoller la dalle coulée dans les meilleurs délais.

De plus des astuces très simples interviennent : par exemple, pour décoffrer les parois du tunnel de clavage, on met en place un tuyau de pompier entre le béton et le coffrage et on envoie de l'air comprimé pour décoller et ramener les parois du coffrage avant poussage ! Enfin, compte tenu de la fréquence du poussage, un béton dopé à prise rapide s'impose (15 MPa à 12 h).

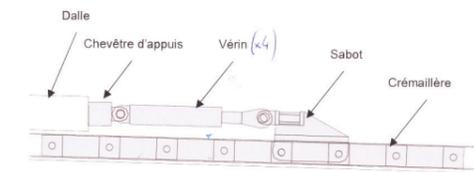


Vue du coffrage sous l'ouvrage (dans ce cas il est posé sur des tours)

2/ Le poussage :

Il s'effectuera par 2 ou 4 vérins hydrauliques de forte puissance (400 tonnes) alimentés par une station hydraulique. A ce jour il n'y a pas d'asservissement des ces 2 vérins entre eux. Ces vérins sont fixés à une crémaillère fixée à la charpente et sont déplacés plusieurs fois lors du coulage à cause de leur faible course. Le poids du tablier de l'ouvrage total représente dans notre cas environ 3000 tonnes.

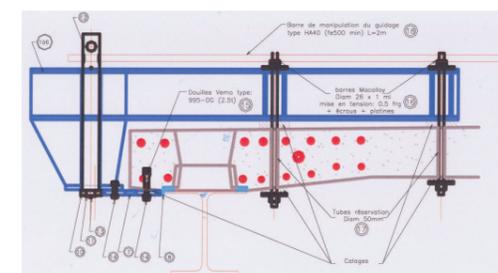
Le dispositif est constitué de 4 vérins regroupés par 2 fonctionnant à 2500 bars et fixés aux poutres longitudinales de la charpente par l'intermédiaire de crémaillères (voir photo).



3/ le guidage :

Bien évidemment il faut guider cette dalle gigantesque qui s'allonge et qui avance sur la charpente tous les jours ! De plus elle ne repose que sur 3 à 5 cm de chaque côté du profilé. La surface de glissement consiste tout simplement en un plastique de haute densité (par exemple Cestilène HD 500) peu coûteux mais dense et très lisse (1T/m³). C'est ici que l'expérience du chef de chantier intervient pour alterner les poussées sur chacun des vérins et respecter la trajectoire !

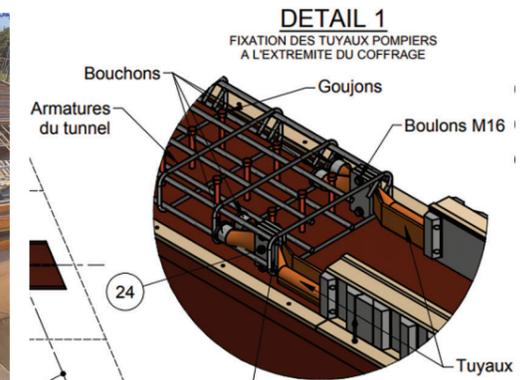
Mais il existe aussi un dispositif fixé à l'avant de la première dalle, à base de profilé et qui guide le "train de dalles" sur les poutres à la manière d'un rail sur des rails de chemin de fer :



4/ Le clavage :

C'est la fin de l'ouvrage, le mariage intime du béton du tablier avec les poutres métalliques de la charpente. Il convient alors de remplir le tunnel de connexion pour noyer les connecteurs (goujons) soudés sur la poutre avec les aciers de clavage des dalles. On utilise un béton dopé avec des granulats fins ou un béton auto-plaçant.

Ce bétonnage de faible quantité s'effectue au travers de fenêtres de clavage.



L'ouvrage est enfin prêt à être équipé (étanchéité, chaussée, équipement de sécurité...) pour une mise en service rapide !



Tout cela ne doit pas nous faire oublier que nous devons rester humbles vis-à-vis des éléments, dame Nature sait nous le rappeler ! Cet ouvrage, situé à Perpignan, a subi 2 crues très importantes.

Et là, il n'y a rien à faire...sinon refaire !

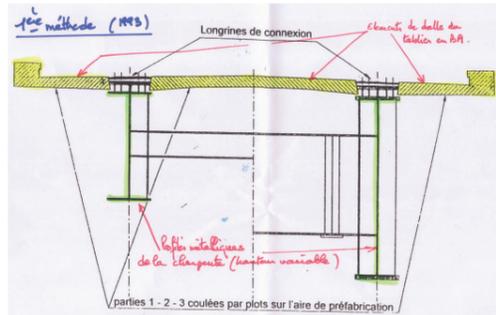


Annexe 1 : évolution de la méthode dans le temps

Nous l'avons vu, une des principales difficultés, c'est de pousser le tablier en réservant les connecteurs qui "dépassent" de la charpente et empêchent le glissement sur toute la surface de la poutre. De plus la liaison doit être le plus intime possible avec une grande surface de contact pour améliorer le clavage.

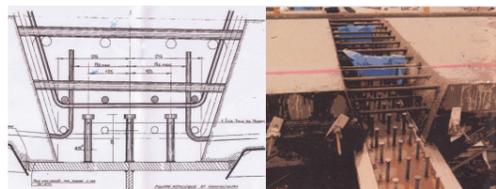
Avec l'expérience, plusieurs solutions ont été mises en œuvre :

1^{ère} génération (1993-1995)

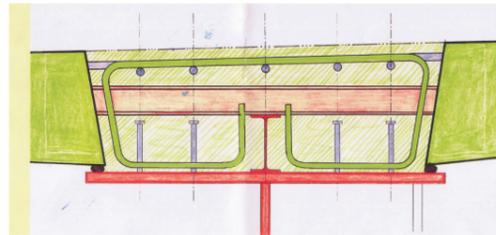


A cette époque, les 3 parties de la dalle étaient reliées par des gros fers à bétons avec les inconvénients suivants :

- frottement direct du béton sur la charpente
- difficultés de ferrailage des zones de clavages
- préfabrication des dalles de tablier en 3 éléments
- compte tenu de la faible zone de contact, parfois besoin de précontrainte transversale !



2^{ème} génération : (1995-2000) :

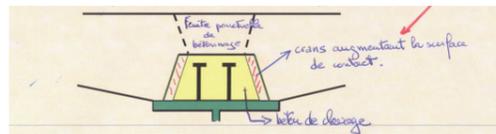


- frottement et glissement des dalles sur un profilé complémentaire soudé sur la charpente
- liaison entre éléments de dalles par un profilé de liaison.

Plus de frottement direct sur la charpente et ferrailage plus facile à réaliser mais toujours

- besoin de précontrainte transversale
- préfabrication du tablier en 3 éléments

3^{ème} et actuelle génération :



Suite aux résultats basés sur la dizaine d'ouvrages réalisés auparavant, cette solution est plus simple et plus efficace ; les recherches et mises au point ont été menés conjointement avec le SETRA et le CETE dans le cadre d'une charte pour l'innovation.

Par rapport aux générations précédentes :

- il n'y a plus de profilé de glissement ni de profilés transversaux de liaison entre éléments de dalles !
- surface augmentée de contact avec le béton de clavage grâce aux cannelures du tunnel
- plus besoin de pré contrainte transversale
- dalle véritablement monobloc
- plus de ferrailage dans le tunnel de clavage

Cette solution est encore mise en œuvre et son amélioration se poursuit...

VENTE DE MATÉRIEL MOBILE ET FIXE DE CARRIÈRE, RECYCLAGE ET TRAVAUX PUBLICS

BUREAU D'ÉTUDES PROJETS INGÉNIERIE

CONCEPTION, FABRICATION ET ASSEMBLAGE D'INSTALLATIONS FIXES DE CARRIÈRE, SABLIERES, CIMENTERIE, REVAMPING, TUYAUTERIE INDUSTRIELLE, TRI & RECYCLAGE



0 806 802 202 Service gratuit hors appel
gcc@groupegaronne.fr





EUROVIA BOURGOGNE FRANCHE COMTE

Agence d'Auxerre
64 rue Guynemer
89000 AUXERRE

☎ 03.86.94.26.80
✉ auxerre@eurovia.com



ABER PROPRETE

Créateurs de satisfaction

AGENCE DE NIMES
447 Avenue Jean Prouvé - Bât. E - 30900 NIMES
Tél : 04 66 05 19 27 - Fax : 04 66 64 30 29

aberproprete.fr



CSMC

Concept - Service - Méditerranée - Coordination

INGENIERIE & COORDINATION

BP 82048 30252 Sommières
Téléphone : 04.66.80.21.03 • Télécopie : 04.66.80.27.20
SIRET : 420 397 416 00033 • APE : 70 112 B • RCS de Marseille

Concilier habitat collectif et logement personnalisé, optimiser sans cesse l'espace et construire un avenir plus beau.

Reconnu comme l'un des premiers groupes français du secteur de la promotion immobilière, EUROPEAN HOMES en est un acteur majeur. Depuis plus de 45 ans, il intervient sur l'ensemble des métiers de la promotion, de l'aménagement, de la construction et des services immobiliers.

Fort de son expertise et de son expérience, le groupe a conçu, réalisé et commercialisé plus de 40 000 logements au travers de programmes innovants et à taille humaine, dans 50 agglomérations.

DIRECTION RÉGIONALE 25 RUE FAIDHERBE - 59000 LILLE
03 20 74 38 78 european-homes.fr



ARTISAN
DE VOTRE QUALITÉ DE VIE
EN HAUTS-DE-FRANCE

AUTOLIV

Leader mondial des systèmes de sécurité automobile



Sécurité et qualité ...

AUTOLIV, fournisseur de systèmes de retenue : Ceinture de sécurité, airbags frontaux, airbags latéraux, propose une gamme exceptionnelle de produits. Avec des systèmes innovants de protection des occupants automobiles, nous avons introduit de nouvelles normes de sécurité.

... dans le monde entier

La compétence, l'expérience, la capacité à être proche de nos clients nous ont permis de devenir le partenaire mondial de l'industrie automobile, pour la sécurité de tous.

Innovation technique et service client nourrissent notre passion du progrès.

Autoliv
Saving More Lives

Site de Production et Centre de Recherche
& Développement d'airbags et de ceintures de sécurité
Avenue de l'Europe - BP99 - 76220 GOURNAY-EN-BRAY
Tél : 02 32 89 40 00 - www.autoliv.com



Agence de Saleilles

Chemin de Villeneuve de la Raho
66280 SALEILLES

Tél. 04 68 22 43 87
Fax 04 68 22 91 27

alisa



Désamiantage
traitement amiante
friable et non friable

Dépose de
peinture au plomb

Dépollution de sol
hors site/in situ/sur site

contact@alisa-depollution.com
Zone Bonnel • 331, rue du Galibot 59167 Lallaing • www.alisa-depollution.com

Délais et rentabilité : la complexité des travaux ferroviaires

Par Clément PIÉPLU-THIREL

Mines Albi IFIE 2016
Ingénieur Études Prix/Méthodes chez Eiffage Rail

Cela fait maintenant plus de 3 années que je travaille en tant qu'ingénieur études prix/méthodes chez Eiffage Rail, filiale de travaux ferroviaires du grand groupe du BTP Eiffage. Mon travail consiste principalement à formuler des réponses aux appels d'offres lancés par les acteurs du secteur ferroviaire pour la modernisation du réseau ferré : SNCF Réseau, RATP, Eurotunnel... La réponse consiste à élaborer un solide dossier technique et financier qui permet de nous démarquer de la concurrence, et bien sûr de remporter l'affaire pour exécuter les travaux dans la foulée.

Depuis plusieurs années, on observe une explosion de la demande des gestionnaires des réseaux. En effet, rien qu'à la SNCF, notre principal client, à qui appartient l'ensemble du réseau ferré national ce sont près de 6,2 milliards d'euros qui sont investis en 2020 par SNCF Réseau, l'État et les collectivités pour palier un manque d'investissements tant décrié depuis les 30 dernières années. Une partie de ces fonds sont destinés aux services de maintenance de la SNCF elle-même qui gère les "petits" travaux et la majeure partie pour payer les services des entreprises privées à qui elle demande de réaliser les travaux conséquents (du renouvellement de 800 mètres à plusieurs kilomètres de voie sur une portion de ligne à la création de voies nouvelles pour désengorger ou désaturer un point névralgique ou une ligne entière par exemple).

Lorsque vous prenez le train, il n'est pas rare de constater des retards. Il faut répartir ces retards en 3 catégories : la première celles liés aux aléas des circulations (personnes sur les voies, arbres tombés en raison d'une tempête, panne d'un train...), la 2^e, celle de la vétusté des installations et des infrastructures : panne de passage à niveau, de signalisation, rail cassé... Et la 3^e : les travaux sur les voies.

Effectivement, les retards liés aux travaux sont nombreux et constituent un réel défi pour les entreprises du BTP. En effet, non seulement les investissements ont augmentés, mais la demande des usagers/clients est non négligeable pour les gestionnaires des

réseaux, c'est cela qui leur permet de gagner du revenu. Cela parlera à ceux d'entre vous qui prennent le train au quotidien : imaginez qu'on vous annonce un matin que pendant tout un mois, votre train bien rempli qui vous emmène tout près de votre travail et met 22 min habituellement sera remplacé par un bus qui prendra 1h05 de temps. C'est impensable et c'est pour ça que la plupart des travaux se déroulent la nuit, les week-ends, aux périodes avec la plus faible fréquentation.

Pour réussir ce défi de prendre les voies le soir vers 23h après le dernier train, renouveler une 100aine de mètres et rendre la voie entièrement circulaire dès 5h du matin lors du passage du 1^{er} train, il faut être très organisé ! Malheureusement, même en y mettant toute notre volonté, il y a souvent des aléas qui font qu'à l'heure prévue, les travaux ne sont pas totalement terminés. Vu l'enjeu sécuritaire, vous comprendrez qu'on n'autorisera jamais un train à circuler si la voie n'est pas dressée au carré.

Alors on prépare des scénarios de repli, selon le retard pris sur le planning qui font que cette nuit là on pourrait abandonner l'idée de renouveler 100 ml mais plutôt 80 ml. L'enjeu pour le gestionnaire, c'est la chasse aux pertes en raison de potentiels trains supprimés. Pour l'entreprise, c'est de prendre des pénalités en cas de restitution tardive de la voie avec à la clef une perte sur la rentabilité du chantier.

Également, de nombreux défis restent à relever concernant les méthodes de réalisation des travaux. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la voie ferrée ce n'est pas toujours 2 voies contiguës avec des accès routiers tous les 1 ou 2 km comme sur une ligne à grande vitesse. Pour ce type de situation assez fréquente tout de même, les "trains-usine" existent font très bien le travail vu la linéarité de la voie. Par contre sur les embranchements, voies à quai, voies uniques, zones de tunnels et avec même parfois la contrainte d'une voie à proximité circulée lors des travaux, c'est là où il faut être imaginatif et proposer des méthodes nouvelles adaptées à la particularité des lieux, fiables, réalisables dans les courts délais octroyés par le propriétaire du réseau et également à des prix compétitifs car la concurrence est rude ! C'est tout là le défi de mon travail au quotidien : imaginer, proposer, vérifier et démontrer en interne et au client qu'une mé-

1. Source : sncf.com

thode un peu moins conventionnelle et moins cher peut fonctionner tout en garantissant la rentabilité d'un chantier. Et je peux dire que vu les situations et type de chantiers rencontrés en plus de 3 années, il n'y a pas de quoi s'ennuyer, chaque chantier est différent et nécessite toujours une réflexion approfondie.

Pour résumer, outre le défi des nombreux travaux à réaliser du aux investissements tardifs massifs en cours, des méthodes adaptées à chaque situation à imaginer, il y a également le défi de l'agrandissement des réseaux ferrés, notamment en ce moment en île de France avec la construction du Grand Paris, qui va lui aussi mobiliser des ressources supplémentaires pour poser de la voie dans les tunnels qui sont pour l'instant en cours de creusement. ■

Interview



Alice WETTEREN
IMT Lille Douai, promo 2020
Ingénieur Travaux chez Colas Rail. Elle suit actuellement l'International Graduate Program de l'entreprise Colas

Bonjour Alice. Pourquoi as-tu souhaité devenir ingénieur ?

Alice Wetteren : J'étais douée en mathématiques et en physique au lycée, c'est donc tout naturellement que je me suis dirigée vers une classe préparatoire. Je savais que cette voie était très exigeante mais garantissait un emploi et un bon niveau de vie à la sortie de l'école. Pendant mes deux années de prépa, je me suis plus concentrée sur mes cours que sur mon orientation professionnelle et je n'avais pas une idée très précise de ce qu'était le métier d'ingénieur ni de ce que je voulais faire. C'est pourquoi je visais une école généraliste afin de pouvoir choisir pendant la première année d'école.

Pourquoi IMT Lille Douai ?

AW : J'ai passé divers concours et j'ai été reçue sur le concours Mines commun aux trois écoles d'Albi, Alès et Douai. Après examen des communications et des choix offerts par ces écoles, j'ai choisi Douai pour plusieurs raisons : Sa renommée et en particulier la vie étudiante qui me semblait proposer une très large palette de possibilités en rapport avec mes affinités. Sur le plan de la formation proposée, l'école proposait deux filiales qui m'intéressaient (Génie Energétique et Génie Civil) dont une spécialité Bâtiment à énergie positive. De plus habitant en région parisienne, la liaison avec la ville de Douai était très simple.

Pourquoi l'option génie civil ?

AW : Par goût, le métier correspond bien à mon caractère, on y est confronté à la nécessité de réagir vite dans des contextes souvent renouvelés tant sur la nature des travaux que sur la localisation des chantiers et sur la composition des équipes.

Par ailleurs j'ai effectué mon premier stage à la RATP sur un chantier de génie civil concernant un hall de maintenance des RER ; il a été déterminant dans mon choix. Je me suis très vite fondue dans l'équipe et j'ai apprécié être autant sur le terrain que dans les bureaux.

J'ai effectué mon deuxième stage chez TSO (filiale ferroviaire du groupe NGE). Il concernait des travaux d'extension de la ligne 11 du métro. Ce stage m'a fait réellement découvrir le domaine du ferroviaire et m'a fait réfléchir

sur ma future orientation. Au cours de ma dernière année à IMT Lille Douai, je suis partie à Vienne effectuer un semestre à l'étranger. Enfin, je suis retournée à la RATP pour mon stage de fin d'études où l'on m'a confié la réalisation de dossiers d'appel d'offres pour plusieurs projets.

Pourquoi ce tropisme pour le milieu ferroviaire ?

AW : Je suis arrivée dans le milieu ferroviaire un peu par hasard. J'ai eu des difficultés à trouver un premier stage et j'ai donc saisi l'opportunité lorsqu'une personne de mon entourage m'en a proposé un à la RATP. En deuxième année, lors du forum entreprise de l'école, j'ai réalisé un entretien avec le groupe NGE qui a été très intéressé par mon expérience précédente bien que celle-ci ait été plutôt connotée Génie Civil. Ils m'ont alors proposé un stage dans leur filiale ferroviaire TSO. Enfin, j'ai été contactée par Colas Rail sur LinkedIn au cours de mon semestre à Vienne. Ils m'ont recrutée en avril alors qu'il me restait encore 4 mois de stage.

Avec le recul, le monde ferroviaire m'a très rapidement plu car c'est un secteur qui correspond à mes valeurs : le train est un des moyens de transports les moins polluants et la création ou la maintenance de lignes permet d'améliorer la qualité de vie de la population.

Pourquoi Vienne ?

AW : L'université de Vienne est réputée dans le domaine du Génie Civil et cette période m'a permis de mettre en pratique la langue allemande que j'avais étudiée pendant 10 ans,



Déplacement d'un rail à la main (Malines).

bien que j'aie finalement plutôt progressé en anglais vu l'accent caractéristique des Autrichiens...

J'ai pris des cours sur les transports et sur l'environnement, deux sujets particulièrement développés en Autriche et qui correspondaient à mon choix d'orientation. J'ai également suivi des cours de Génie Civil, de politique internationale et même un peu d'architecture et d'urbanisme.

La culture autrichienne est très riche, la mentalité est différente de chez nous et cette ouverture m'a beaucoup apporté. Cela m'a également permis de découvrir toute une partie de l'Europe que je ne connaissais pas.

Que propose l'entreprise Colas Rail aux jeunes diplômés ?

AW : Elle propose un "graduate program", que je suis en train de suivre actuellement. Ce programme se déroule sur 18 mois à raison de 6 mois sur des activités liées aux voies, 6 mois sur les caténaires et 6 mois sur un chantier à l'étranger, ou dans un autre domaine en France si on ne souhaite pas partir. Cette formation est proposée à en moyenne 5 personnes par an et est très sélective dans son choix de candidats.

C'est une opportunité incroyable pour acquérir un maximum de connaissance en très peu de temps ! Cela constitue un véritable cycle de formation supplémentaire qui se conclut par une période à l'étranger et c'est ce qui m'a attirée. Nous sommes suivis de près par les ressources humaines et un parrain de promotion ce qui nous permet de nous intégrer plus facilement dans l'entreprise.

Par ailleurs les avantages proposés par Colas Rail (filiale de Bouygues) sont très favorables : CDI, salaire important, voiture de fonction, mutuelle du BTP, plans d'épargne, etc... Si vous êtes intéressés par ce domaine n'hésitez pas à postuler !

Et actuellement où te trouves-tu ?

AW : Je suis affectée à l'agence de Dourges du côté d'Hénin-Beaumont depuis le 1^{er} sep-



Evacuation du vieux ballast (Saint-Denis).

tembre, je suis donc retournée vivre à Douai ! Je suis dans la première phase du graduate program et je travaille donc sur des projets de voies ferrées. Durant les deux premiers mois, j'ai travaillé sur un chantier de RVB (Renouvellement Voie Ballast) à Saint-Denis, en tant qu'aide de conducteur travaux. Je suis ensuite retournée dans le Nord pour suivre deux petits chantiers dont un en gare de Lille Flandres. J'étais placée sous la supervision d'un conducteur de travaux qui m'a laissé une très large autonomie tout en étant à mon écoute pour m'apporter des conseils et éviter les erreurs que tout jeune ingénieur peut commettre.

Je suis actuellement en Belgique pour 3 semaines afin de suivre un chantier de création de voies en gare de Malines sur la ligne Bruxelles/Pays-Bas. Le projet est réalisé conjointement avec Colas Rail Belgique et il arrive à son terme après 3 ans de travaux.

En conclusion es-tu satisfaite de tes choix : IMT Lille Douai, option génie civil et milieu ferroviaire ?

AW : Je suis totalement satisfaite de mes choix que je referais sans hésiter !

Je me suis épanouie dans la vie associative de l'école qui est très développée, notamment en tant que trésorière du BDE. Je trouve que l'investissement dans les associations est ce qui fait le plus évoluer les élèves : j'espère que cela va perdurer malgré les contraintes liées au Covid et que l'école va soutenir toutes les associations pour les aider à rebondir.

J'ai trouvé les cours de la spécialité Génie Civil très intéressants et particulièrement ceux de la mineure HQE sur la conduite de travaux qui me servent aujourd'hui.

Le ferroviaire est un milieu passionnant et je suis très fière de participer à son développement. Je débute ma carrière très sereinement et j'espère continuer dans cette voie !

Si vous avez des questions n'hésitez pas à me contacter sur les réseaux sociaux, je serai ravie d'y répondre !



Pelles Rail-Route (Saint-Denis).



Montagnards et constructeurs dans l'âme, l'entreprise MARJOLLET TP & BÉTON vous propose son savoir-faire pour tous vos chantiers. Fortes de nos 40 années d'expérience, nos équipes et nos moyens en travaux publics nous permettent d'intervenir sur des aménagements spécifiques en ville, en montagne ou en campagne (espaces agricoles) dans le département de la Haute-Savoie.

TRAVAUX PUBLICS



TRAVAUX EN MONTAGNE



TRAVAUX AGRICOLES



PLATEFORME DE RECYCLAGE



CENTRALE À BÉTON



Quelle que soit l'importance du chantier, le niveau d'exigence ou les spécificités du travail à réaliser, nous saurons mettre en place les moyens adéquats pour satisfaire votre demande, grâce à notre savoir-faire et à la puissance de nos moyens, même dans les conditions extrêmes !

CONTACTEZ-NOUS

129 Allée de la Géode 74490 SAINT-JEOIRE EN FAUCIGNY
Tel : 04 50 43 14 30 - Fax : 04 50 43 07 67

www.marjollet-tp.fr

Perspectives



Prendre soin des données de santé et de ceux qui en prennent soin

www.enovacom.fr/jobs



EnergieSprong : Déployer à grande échelle des rénovations zéro énergie garantie

Par Mathilde HENRY

Mines Saint-Etienne, promo 2013
Consultante senior chez GreenFlex, référente Pays de la Loire du projet européen EnergieSprong



Oser entreprendre, autrement !

demathieu-bard.fr

Un besoin urgent de rénover massivement les bâtiments

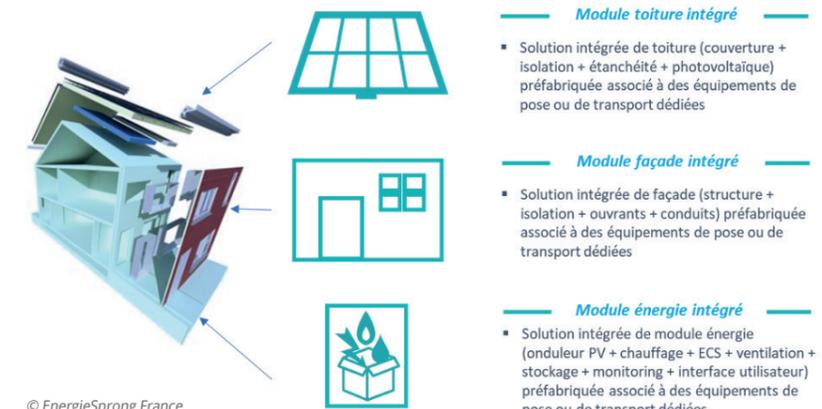
En France, le secteur résidentiel-tertiaire émet plus de 20% des émissions de CO₂ et est celui qui consomme le plus d'énergie (46%). Afin de rester sous la barre des +2°C de réchauffement planétaire, les objectifs nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) ont été fixés à 49% d'ici 2030. Pour ce faire, la loi de Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) prévoit la rénovation performante ou très performante de 500 000 logements par an. Or, sur ces dernières années, le rythme annuel a été d'environ 30 000 rénovations BBC (Bâtiment Basse Consommation), ce qui est loin d'être suffisant.

EnergieSprong[®] est une approche européenne, portée en France par GreenFlex, qui a pour but de déployer à grande échelle des rénovations énergétiques zéro énergie en démocratisant l'accès au plus grand nombre, cela en commençant en logement social, pour ensuite bénéficier à d'autres marchés : bâtiments éducatifs, logements privés...

La démarche EnergieSprong

Initiée aux Pays-Bas par des bailleurs sociaux et des acteurs de la filière de la construction avec l'appui de l'Etat, EnergieSprong propose de nouveaux standards de rénovation qui alignent les intérêts de l'ensemble des acteurs de l'écosystème (bailleurs, maîtres d'œuvres et fournisseurs de solutions, occupants, collectivités locales). Les rénovations EnergieSprong respectent un cahier des charges orienté sur les résultats plutôt que sur les moyens :

EnergieSprong implique une réhabilitation globale du bâtiment et, par le biais de performances ambitieuses garanties (énergie zéro), aboutit à un bâtiment "à l'état du neuf" et dont la performance est largement supérieure en confort et performance à des objets immobiliers neufs qui pourraient être livrés actuellement, grâce à des travaux d'isolation et le choix d'équipements techniques performants. La rénovation en temps en cours incite à privilégier des solutions préfabriquées encourageant l'industrialisation des travaux.



© EnergieSprong France

Le E=0 est garanti sur le long terme (30 ans), ce qui est une condition indispensable à l'obtention d'un modèle économique soutenable pour tous les acteurs.

Pour le Maître d'Ouvrage, cette garantie de performance permet de sécuriser un investissement conséquent, consenti au bénéfice d'un coût d'exploitation maîtrisé sur le temps long, et d'une qualité de réalisation assortie d'un confort irréprochable.

Elle permet également d'offrir aux locataires un bouclier énergétique en leur assurant une consommation faible d'énergie qui va réduire l'impact économique de l'évolution des prix de l'énergie.

S'engager sur 30 ans incite à changer le modèle actuel de la construction et de la rénovation dans le bâtiment, contribuant à la création d'un marché dynamique et performant, comme le témoigne l'engagement de dizaines d'acteurs à l'étranger et les milliers de réhabilitations employant cette démarche. Ce modèle responsabilise les différents acteurs de la chaîne de valeur de la rénovation (concep-

<p>ZERO ENERGIE</p> <p>Des bâtiments à zéro énergie¹ garantie sur 30 ans grâce à :</p> <ul style="list-style-type: none"> une meilleure efficacité énergétique la production locale d'énergie renouvelable 	<p>ABORDABLE €</p> <p>Un surinvestissement qui est :</p> <ul style="list-style-type: none"> financé par les économies d'énergie et de maintenance réalisées sur 30 ans sans impact sur le reste à vivre des occupants
<p>CONFORTABLE</p> <p>Une attention spécifique qui est portée :</p> <ul style="list-style-type: none"> au confort des occupants à l'esthétisme et à la qualité d'usage (avec l'inclusion de travaux d'amélioration non énergétiques) 	<p>RAPIDE 📅</p> <p>Des travaux réalisés en site occupé et en un temps court grâce à :</p> <ul style="list-style-type: none"> des outils numériques l'utilisation d'éléments préfabriqués hors site de haute qualité

© EnergieSprong France

SABLE, GRAVILLONS, DÉBLAIS ET REMBLAIS

PIGEON GRANULATS LOIRE ANJOU
54 Avenue de l'Atlantique - 53000 LAVAL
☎ 02 43 53 11 45

INNOVATION 2021
MALAXEUR comprenant
REHOMETRE
TRIBOMETRE

03 87 88 76 57
www.betonstoneconsulting.com
info@betonstoneconsulting.com

1. Saut énergétique en hollandais

AMARISK analyse et maîtrise des risques industriels
CJV environnement

2 sociétés allient leurs expertises dans les domaines des :
Risques technologiques & Protection de l'environnement

Avec une gamme étendue de prestations :

- Analyses des Risques : ICPE, Canalisations), QRA, modélisations de Phénomènes Dangereux
- Plans d'urgence : POI, PDI, PSI
- Dossiers administratifs : ICPE (DDAE, PAC), IOTA (Dossiers loi sur l'eau), Canalisations (DACE)
- ATEX: Zonage, DRPCE...
- Management de l'environnement et de la sécurité
- Assistance à projets, Ingénierie environnementale (traitement eaux, air, déchets...)

Au service de l'industrie,
 De l'agriculture, de l'agro-alimentaire, de la construction, du traitement des déchets, rejets...

Avec de nombreuses références en France, Afrique...

CJV Environnement
 Daniel Cornus
 +33 (0)6 87 77 93 60
 daniel.cornus@cjb-environnement.fr

AMARISK
 Jean Dreyfus
 +33 (0)6 30 10 19 24
 jean.dreyfus@amarisk.fr

Évolution du métier d'ingénieur travaux et prise en compte de l'impact environnemental

Par Clément LAY

IMT Lille Douai, promo 2016
 Ingénieur Travaux Conception Electricité chez Losinger Marazzi SA



Diplômé en 2016 de Mines Douai, j'ai effectué mon Stage de Fin d'Etudes en Suisse, chez Losinger Marazzi - filiale Suisse de Bouygues Construction - en tant que Conducteur Travaux Electricité, sur la rénovation / extension d'une clinique privée. A la fin du stage, j'ai eu l'opportunité de signer mon CDI pour cette même société, pour réaliser la phase 2 du projet. Puis j'ai poursuivi sur une nouvelle mission de Conducteur Travaux Electricité sur la construction d'une halle logistique et d'une cuisine industrielle pendant 1 an et demi. Et enfin une dernière mission Conception / Travaux sur un projet de Laboratoires en R&D, où j'ai développé avec mon client tous les sujets liés à l'électricité, de la phase Projet à la phase Livraison. J'ai ensuite intégré la Direction Technique en Electricité au sein de l'entreprise, qui est en charge de chiffrer les projets en phase d'appel d'offres, de piloter les projets avec l'accompagnement de Bureaux d'Études Spécialisés, et d'aider les équipes Travaux sur des expertises lors de visites de chantier.

tout simplement pas applicables sur certains projets. Il est donc indispensable d'établir cet échange le plus tôt possible, au moment de l'adjudication des travaux.

Par exemple en Suisse, il existe la norme SIA 112 - La Construction Durable dans les Bâiments. Cette norme préconise des solutions techniques respectueuses de l'environnement, pour chaque lot que vous pouvez rencontrer sur les projets : de l'électricité à la plomberie, en passant du gros-œuvre et aux façades. Certaines solutions proposées ne sont pas plus onéreuses que celles proposées en base par vos sous-traitants. Vous serez donc dans une relation gagnant-gagnant si vous arrivez à développer ces solutions respectueuses de l'environnement: pour votre sous-traitant, qui gagnera de l'argent tout en donnant une image positive de son entreprise. Et pour vous qui contribuez, uniquement grâce à l'application de normes, à mettre en place des bonnes pratiques sur vos chantiers pour économiser de l'énergie / réduire l'empreinte carbone du chantier.

Lorsque vous instaurez des bonnes pratiques sur vos chantiers, il est important de communiquer avec vos collègues, avec vos chefs, et en interne dans l'entreprise, pour permettre à d'autres de mettre en place ces pratiques sur leurs chantiers.

Je vais prendre de l'exemple d'Armoires Connectées que nous allons bientôt déployer sur un projet test. Tous les consommateurs électriques - chauffage dans la base vie / coffrets grues / armoires provisoires de chantiers / éclairage provisoire... - sont comptés et relevés sur une application, qui envoie automatiquement un mail hebdomadaire au Conducteur de Travaux Electricité. L'intérêt est de mettre en valeur les dysfonctionnements qui coûtent de l'argent au chantier et consomment de l'énergie électrique inutilement, pour ensuite prendre des mesures correctives. Quelques exemples de solutions simples et concrètes qui peuvent être déployées :

- Eclairage provisoire qui fonctionne 7j/7 24h/24 -> mise en place d'une horloge de chantier paramétrable, pour enclencher les luminaires uniquement lors des périodes travaillées
- Eclairage sur les grues de chantier qui restent allumés les week ends -> Rappel à faire au grutier sur la bonne pratique d'éteindre sys-

CONDUCTEUR TRAVAUX ET TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Je vais vous parler dans cette partie de trois thèmes que peuvent mettre en place les Conducteurs Travaux sur leurs chantiers de bâtiments, à l'aide de leurs collègues et chefs sur site : faire appliquer les normes d'Éco-Construction aux sous-traitants / Mettre en place des bonnes pratiques pour économiser l'énergie consommée sur les chantiers / Installer en place des halles logistiques.

Le premier rôle d'un Conducteur Travaux est de piloter les sous-traitants à sa charge : respect du planning contractuel / respect des mesures QSE / respect des normes. Vous aurez donc tout intérêt à vous renseigner sur les normes en vigueur, pour pouvoir établir un véritable échange avec vos interlocuteurs sur chantier. Certaines normes, bien connues par les sous-traitants, ne poseront pas de problème car ce sont des règles de l'art usuelles, qui s'appliquent dans leurs domaines souvent depuis des années. Par contre, en abordant des sujets d'Eco-Construction, vos Sous-Traitants sont en général moins sensibilisés à ces thématiques. Et c'est exactement là où vous pouvez créer de la valeur ajoutée, en établissant un dialogue et un accompagnement personnalisé en fonction de la typologie de chantier sur lequel vous travaillez. Certaines normes ne sont

PRÉSERVER LA PURETÉ
 Eau, environnement, produits et matériaux

Laboratoire
VECTOEUR

ENTREPRISE DE BÂTIMENT
FRANCO
 B.T.P.

La Bousquetarie Haute 81300 GRAULHET
 Tél. 05 63 34 48 74
 francobtp@orange.fr

*Maçonnerie & Béton Armé Courant
 Neuf & Rénovation
 Maison individuelle
 Bâtiment industriel
 Enduits de façades
 Carrelage & Faïence*

Le Caoutchouc d'Argenteuil
 41, rue de Malcouture - 95100 ARGENTEUIL
 ☎ 01.39.82.21.81 - 📠 01.39.82.08.90 - 📧 lca@lca95.fr
 🌐 http://www.lca95.fr

- **Tresses et Joints RAINEX**
- **Rubans P.T.F.E.**
- **Feuilles - Profilés**
- **DÉCOUPE - CONFECTION**
- **MOULAGE - EXTRUSION**

Une équipe certifiée ISO 9001 à votre service ...

tématiquement les lumières avant de quitter son poste de travail

- Matériel Electroportatif / Nacelles qui restent branchés 24h/24 et inutilisés par les Sous-Traitants pendant plusieurs jours d'affilée -> rappel et sensibilisation à faire au Sous-Traitant
- Chauffage qui reste allumé dans la base vie la nuit -> Reparamétriser le chauffage pour qu'il chauffe uniquement pendant les heures d'utilisations par les équipes travaux, à une température suffisante

Une autre bonne pratique que peuvent mettre en place les conducteurs de travaux sur les chantiers est l'instauration de halles logistiques proches du chantier, qui permettent de limiter les transports inutiles de semi-remorques, et de décongestionner les chantiers où il y a peu d'espace de stockage sur site. Par exemple, sur le dernier projet, mes collègues Travaux ont fait livrer tout le matériel de laboratoire du projet, en provenance de l'Allemagne, dans la halle logistique déportée. Résultat : les semi-remorques en provenance d'Allemagne ont été considérablement réduits car moins de livraisons nécessaires, ce qui représente un gain environnemental intéressant. Et cela nous a permis d'avoir le matériel à portée de main lorsque nous libérons des zones chantiers disponibles pour l'avancement des travaux.

INGENIEUR ETUDES TECHNIQUES ET TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Dans cette dernière partie, je vais vous présenter des solutions concrètes que vous pouvez mettre en place si vous travaillez dans un Bureau d'Etudes Techniques ou dans une Direction Technique comme présenté au début de l'article.

En tant que Concepteur, vous aurez la possibilité de faire rentrer des nouveaux acteurs respectueux de l'environnement. Le plus compliqué est de faire accepter ces solutions alternatives à vos chefs : soit ils sont moins chers que leurs concurrents plus "polluants" - auquel cas vos responsables hiérarchiques seront à l'écoute - soit ils sont légèrement plus chers, mais permettent de donner une bonne image de l'entreprise, en développant des solutions vertes. L'objectif n'est pas de faire du Green Washing¹, mais bien de mettre en place des solutions durables, toujours dans l'optique d'atteindre la Neutralité Carbone en 2050. Par exemple, nous voyons encore dans les descriptifs de projets neufs, des luminaires type Fluocompactes ou Halogène préconisés, alors que nous savons que les luminaires LED sont beaucoup moins énergivores. Alors oui si nous raisonnons uniquement à court terme, sur la phase Exécution des travaux, la fourniture de luminaire LED sera plus chère. Mais si nous amenons nos clients à considérer les économies d'énergie (et donc financières) sur le long terme, en prenant en compte toute la phase d'exploitation du bâtiment, ils accepteront, bien souvent, de payer la plus-value en phase Exécution.

Plus haut, je vous parlais de l'application des normes sur les chantiers auprès de vos sous-traitants. Il faut quand même savoir, en tant que Concepteur, que vous devez toujours être informés des dernières normes, pour pouvoir développer des projets conformes aux évolutions associées. Au vu des objectifs ambitieux fixés par l'Europe - Neutralité Carbone en 2050, tout comme les objectifs ambitieux en Suisse - Société à 2000 Watts en 2050, les normes liées à l'Éco-Construction / Développement Durable prennent de plus en plus d'importance dans les projets, et deviennent de plus en plus exigeantes en termes de résultats à atteindre. Il y a donc des nouveaux métiers qui font leur apparition dans les entreprises de Construction : Ingénieur Construction Durable par exemple, en charge de faire appliquer les critères environnementaux sur les différentes phases de projet, pour atteindre des certifications associées (exemple en Suisse : Minergie Eco / BREAM / LEED / Site 2000 Watt). Je vais vous prendre l'exemple du Calcul Minergie de la Consommation Electrique des Luminaires selon la norme Suisse SIA 387/4. Ce calcul, que j'ai exigé à mon bureau d'études électricité sur mon dernier projet, permet de justifier que les luminaires que nous avons sélectionné dans notre appel d'offres sont peu énergivores, et qu'ils répondent au critère Minergie. Tous les fournisseurs qui répondront au dossier d'appel d'offres devront remplir à minima ces critères, sinon ils seront d'office mis à l'écart lors de la consultation. Les fournisseurs étant conscients et contraints de ces nouvelles exigences développent donc en continu de nouveaux produits, plus respectueux de l'environnement.

Comme vous intervenez en phase amont sur les projets de construction, vous serez amenés à rédiger des descriptifs contractuels sur votre partie technique, pour pouvoir proposer une solution clé en main à votre client, en rentrant dans une cible budget. Vous aurez donc toute la liberté de proposer des solutions respectueuses de l'environnement, sous réserve que vous vous intéressez de près aux alternatives qui existent dans votre domaine. Par exemple, sur des Aménagements Extérieurs, vous pouvez suggérer des luminaires dont la température de couleur est inférieure à 3000 Kelvins, avec une orientation de l'éclairage uniquement vers le sol pour baliser les cheminements piétons indispensables pour la sécurité. Cela permet de lutter contre la pollution lumineuse, qui impacte de près la biodiversité et la santé des êtres humains. Il faut savoir que les critères de Santé sont de plus en plus prépondérants dans les projets de construction, avec l'apparition de nouveaux labels pour le bien-être des utilisateurs dans les bâtiments. Il faudra donc proposer des solutions techniques respectueuses de l'environnement, peu énergivores, et ne nuisant pas à la santé des futurs utilisateurs. Par exemple, afin de limiter le phénomène des Rayonnements Non Ionisants sur les utilisateurs - limitation des émissions des champs électriques et magnétiques générées par des installations stationnaires dans une gamme de fréquence allant de 0 Hz à 300 GHz (rayonne-

ment) - vous aurez l'obligation de faire installer des câbles électriques ronds dans les zones sensibles (intérieur des logements, crèches, zones recevant du public ...), au lieu de câbles plats ou de simples fils comme il est usuel de le voir sur les chantiers exécutés il y a une dizaine d'année.

Enfin, au-delà de votre cadre professionnel, vous pouvez vous impliquer dans des associations d'utilité publique pour contribuer à cette large thématique de la Transition Énergétique.

A titre d'exemple, je fais partie de l'association "Rallumons les Etoiles" (<https://lac-chablais.fr/atelier/92/POLLUTION-LUMINEUSE>), qui a pour objectif de sensibiliser nos concitoyens aux dangers de la pollution lumineuse et de convaincre les communes d'éteindre l'éclairage public entre 11 heures et 5 heures du matin. Economiser l'énergie / Diminuer les dépenses des collectivités (et donc de vos impôts) / Pré-

server le ciel nocturne et retrouver les étoiles / Protéger la biodiversité et notre sommeil. J'ai pris contact avec les autorités suisse, l'OFEN (Ordonnance Fédérale de l'Energie) pour récupérer de la documentation technique en lien avec cette thématique, que nous allons exploiter pour organiser avec les collectivités en Haute Savoie des réunions d'informations publiques, pour sensibiliser les citoyens de nos communes.

Pour répondre à la préoccupation de certains étudiants lors de nos derniers échanges, je réponds que oui vous aurez tout le loisir, dans vos différents métiers d'Ingénieurs sans pour autant être un spécialiste, de contribuer à la préservation des ressources énergétiques, de faire diminuer l'empreinte carbone de nos activités industrielles et de construction, et de faire changer les mentalités dans les années à venir.

1. Procédé de marketing ou de relations publiques utilisé par une organisation (entreprise, administration publique nationale ou territoriale, etc.) dans le but de se donner une image de responsabilité écologique trompeuse

THE CONVERSATION

Écrit par les enseignants-chercheurs, édité par nos journalistes.

Partager les savoirs. Informer les débats.
theconversation.com

Les bâtiments de demain seront... vivants !

L'article suivant a été rédigé par Martyn Dade-Robertson, Professor of Emerging Technology, Co-director of the Hub for Biotechnology in the Built Environment, Newcastle University.

Il a été publié sur le site The Conversation le 20/10/2020. Il est accessible en suivant ce lien : <https://theconversation.com/les-batiments-de-demain-seront-vivants-147667>

THE CONVERSATION

Et si nos logements étaient des êtres vivants ? Je ne parle pas ici de maisons intelligentes dans lesquelles la voix désincarnée d'Alexa décide où installer les nouvelles lampes du salon.

Je veux dire vraiment vivants – qui grandissent, vivent, respirent et même se reproduisent. L'idée peut sembler farfelue, mais face à la crise climatique, nous avons besoin de repenser radicalement notre façon d'habiter et de concevoir notre environnement.

La biologie réalise aujourd'hui des prouesses en matière d'ingénierie. Et, dans le domaine de la construction, la prochaine étape pourrait être de créer des bâtiments qui font partie intégrante de la nature. Avec mes confrères et consœurs des universités de Newcastle et de Northumbria (Grande-Bretagne), nous avons lancé un nouveau centre de recherches¹ dédié à ces possibilités.

Voici cinq manières dont nous pensons que les bâtiments du futur pourraient évoluer pour devenir des choses vivantes et respirantes !

Des bâtiments qui poussent

Du calcaire coquillier au bois des arbres morts, nous utilisons déjà nombre de matériaux naturels pour construire ; cette palette pourrait être radicalement étendue. Le magazine *Scientific American* a récemment présenté le mycélium, qui désigne l'appareil végétatif des champignons, comme un *matériau du futur*².

Et c'est vrai, le mycélium a besoin d'à peine plus que des copeaux de bois ou du marc de café pour pousser, et ce en très peu de temps, créant ainsi des matériaux aux excellentes performances structurelles.

À New York, l'installation *Hi-fi*³ présentait une tour de 13 mètres de haut, construite à l'aide de briques de mycélium. Le prochain défi consisterait à concevoir une structure dans laquelle ce mycélium demeurerait en partie vivant, restant capable de pousser et d'évoluer.

Le projet de *myco-architecture*⁴, mené par Lynn Rothschild à la NASA, a exploré cette possibilité en imaginant, dans la perspective de voyages sur d'autres planètes, des habitats qui se reproduiraient d'eux-mêmes.



Vue imaginaire de l'intérieur d'un "bâtiment vivant".
Assia Stefanova/Hub for Biotechnology in the Built Environment, Author provided.

Des bâtiments qui guérissent

Les fissures dans le béton d'un bâtiment marquent généralement le début de la fin. L'eau s'infiltré, finissant par rouiller les renforts métalliques qui maintiennent la structure.

Mais des chercheurs ont commencé à expérimenter un béton qui peut s'autoguérir. Une méthode prometteuse – actuellement développée par un groupe dirigé par Henk Jonkers à l'Université de technologie de Delft⁵ (Pays-Bas) – entend incorporer des spores bactériennes (soit des graines de bactéries) dans le mélange avec lequel se fabrique le béton.

ès que l'eau commence à s'infiltrer dans les fissures microscopiques, la bactérie se réactive. Le matériau devient alors littéralement vivant, déclenchant un processus chimique qui fait croître de nouveaux cristaux de calcite "guérissant" le béton. L'utilisation de cette technique peut prolonger la vie d'un bâtiment de plusieurs décennies, voire davantage.

Des bâtiments qui respirent

De nombreuses constructions – et tout particulièrement les *gratte-ciels vitrés*⁶ présents

1. <http://bbe.ac.uk>

2. <https://theconversation.com/les-batiments-de-demain-seront-vivants-147667>

3. <https://www.archdaily.com/521266/hi-fi-the-organic-mushroom-brick-tower-opens-at-moma-s-ps1-courtyard>

4. https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/niac/2018_Phase_I_Phase_II/Myco-architecture_off_planet/

5. <https://www.tudelft.nl/en/2015/tu-delft/tu-delft-self-healing-bio-concrete-nominated-for-european-inventor-award/>

6. <https://theconversation.com/glass-skyscrapers-a-great-environmental-folly-that-could-have-been-avoided-116461>



Piles à combustible microbiennes développées dans le cadre du projet européen Living Architecture. Photographie du consortium Living Architecture, Author provided.

dans les grandes villes du monde – sont lourdement équipés pour assurer un bon fonctionnement.

Des systèmes de climatisation mécaniques, semblables à des poumons, font circuler l'air pour réchauffer et rafraîchir les pièces. Bien sûr, on peut toujours penser à ouvrir une fenêtre pour faciliter une ventilation naturelle mais ne serait-ce pas mieux si les murs pouvaient respirer ?

À l'Institut de technologie du Massachusetts (États-Unis), l'équipe d'Hironshi Ishii a développé des matériaux dont la forme peut varier en présence de l'eau. Ces matériaux consistent en autant de couches de spores bactériennes (similaires à celles utilisées dans le béton autocicatrisant évoqué précédemment) et de latex. Lorsque le matériau sèche, il se contracte et change de forme. Ces scientifiques ont montré de possibles applications dans notre quotidien, comme ces vêtements capables de "réagir" à la transpiration.

Mon équipe a commencé à explorer la possibilité d'étendre cette méthode à la construction, pour créer au sein des bâtiments des membranes capables de "transpirer" à mesure que l'humidité intérieure augmente. En utilisant des membranes en latex, recouvertes de spores bactériennes, le matériau s'assouplira et ouvrira ses pores – comme les glandes qui sécrètent la sueur –, permettant à l'air de circuler à travers les parois.

Des bâtiments avec un système immunitaire

Nous sommes entourés de milliards de microorganismes, présents partout sur les surfaces de nos maisons, de nos corps et dans l'air. Alors que nous dépensons chaque année

des fortunes en nettoyants antibactériens pour tuer ces écosystèmes complexes, nous savons désormais que les personnes vivant à la campagne souffrent moins d'allergies que les urbains. Et il semble qu'être exposé à de "bonnes" bactéries aiderait les enfants à construire leur système immunitaire.

Dans le cadre d'un projet pilote très intéressant, des chercheurs de la University College de Londres ont commencé à étudier comment concevoir des surfaces pour nos cuisines (par exemple) qui soient bioréceptives – c'est-à-dire qui favorisent la croissance de bactéries connues pour offrir une résistance aux insectes causant des maladies. Sans doute pourrions-nous bientôt manger nos yaourts probiotiques... dans des cuisines probiotiques !

Des bâtiments avec un estomac

La plupart des bâtiments nécessitent une énorme quantité de matériaux et d'énergie, tout en rejetant des déchets qui doivent ensuite être enlevés et traités à l'échelle industrielle.

De nouvelles recherches suggèrent cependant que ces déchets pourraient devenir une source d'énergie pour la construction. Une équipe de chercheurs du projet européen Living Architecture travaille à la mise au point d'un nouveau type de pile à combustible microbienne, utilisant les déchets domestiques pour générer de petites quantités d'énergie ; ces travaux interviennent dans le cadre d'un projet plus vaste, explorant la puissance de traitement des microbes dans les bâtiments.

Piles à combustible microbiennes développées dans le cadre du projet européen Living Architecture. Photographie du consortium Living Architecture, Author provided

Ces piles à combustible seraient intégrées aux briques qui, en plus d'en être l'estomac, feraient partie intégrante de la structure du bâtiment. Elles absorberaient les eaux usées et les bactéries, elles convertiraient, au fur et à mesure de la décomposition des déchets, l'énergie chimique en énergie électrique. Dans un tel scénario, les toilettes pourraient aussi recharger votre téléphone portable.

Aussi excitante que soit la promesse de bâtiments "vivants", des inconvénients existent ici ; à commencer par l'inévitable disparition de ces constructions. Mais c'est déjà le cas des logements actuels, dont la démolition s'avère coûteuse et polluante.

Imaginons plutôt une ville où les immeubles pourraient mourir tranquillement pour s'en retourner à la terre, fournissant une précieuse nourriture pour les suivants, capables de grandir, évoluer, s'adapter. N'est-ce pas plus excitant qu'une maison intelligente dont le réfrigérateur range automatiquement vos brocolis ?

Ce magazine Minerai a été lancé avec la volonté de regrouper par thématique les contributions des diplômés de nos écoles, en faisant participer les élèves et les partenaires (école, start-ups,...) pour présenter un document riche en témoignages sur un sujet touchant à la vie professionnelle des ingénieurs. La démarche va donc de pair avec le développement des groupes professionnels de l'association, encouragée depuis quelques années pour développer le réseau professionnel des ingénieurs membres de Mines+, et faire rayonner la formation de qualité proposée par nos écoles.

La réalisation du numéro que vous tenez entre les mains ou lisez sur un écran est le fruit d'un travail passionnant, intellectuellement enrichissant, qui est actuellement supporté par une toute petite équipe.

Nous sommes donc à la recherche de personnes disposant d'un peu de temps (1h par mois est déjà suffisant), et de beaucoup de bonne volonté!

Les diplômés, élèves, enseignants-chercheurs, personnel de l'École, souhaitant contribuer sont donc les bienvenus pour collecter les informations sur un sujet d'ingénierie, et identifier des contributeurs parmi nos réseaux. Nous vous garantissons un accueil sympathique et enthousiaste dans cette aventure !

Pour tout renseignement (non engageant), nous vous invitons à prendre contact avec notre secrétariat : minerai@mines-plus.org

>> Développer le réseau

Adhérer à l'association

>> Pourquoi adhérer?

Nous essayons de fournir un maximum de services aux Diplômés et aux Élèves. Toutefois, afin d'y parvenir, nous avons besoin de ton soutien financier.

>> Cotiser en ligne

www.imt-lille-douai.org
www.mines-albi.org
www.mines-ales.org



IMT Lille Douai
Alumni



IMT Mines Albi-Carmaux
Alumni



IMT Mines Alès
Alumni

>> Prochain numéro

La transition énergétique

Pour continuer de recevoir ton magazine, vérifie que les coordonnées et ta cotisation sont à jour sur le site.

>> Participer

Rédaction d'articles, idées à développer, relectures, avis et observations... N'hésitez pas à nous contacter : minerai@mines-plus.org



7. <https://tangible.media.mit.edu/project/biologic/>

8. <http://www.synbio.construction/2019/07/05/active-origami-project-presented-at-caltech/>

9. <https://www.bbc.com/news/science-environment-17952320>

10. <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/architecture/news/2017/aug/bartlett-researchers-are-awarded-funding-tackle-anti-microbial-resistance/>

11. <https://livingarchitecture-h2020.eu>

On attend
plus que
vous pour
construire
ensemble
notre
avenir.



SPIE BATIGNOLLES CONSTRUCTION ILE-DE-FRANCE RECRUTE.



spie batignolles

spiebatignolles.fr