

# LE BIM

## dans les enseignements professionnels

# Préface

## **La transition énergétique pour la croissance verte et développement durable**

Dans un contexte où la consommation d'énergie figure parmi les grandes préoccupations de notre époque (en France, le bâtiment est responsable d'environ 40% de l'énergie consommée et de 25% des gaz à effet de serre), son impact considérable sur notre environnement participe à une prise de conscience. Des conventions d'engagement volontaire ont été mises en place, suite au Grenelle de l'Environnement, afin d'inscrire la France dans une démarche de développement durable. Des actions réglementaires ont été entreprises (RT 2012), des labels créés (HQE, BBC, ...) avec l'objectif de construire durablement. Dans un deuxième temps, la commission professionnelle consultative du bâtiment, des travaux publics et des matériaux de construction a pris en compte ces exigences. Les compétences et les savoirs associés qui permettront demain de construire de manière durable ont été intégrés dans les référentiels des diplômes. Le BIM prévoit les outils numériques qui rendront possible, à prix réduits, les simulations énergétiques et les calculs de coûts environnementaux

## **Le Plan Transition Numérique dans le Bâtiment(PTNB)**

Une nouvelle organisation de travail se met en place autour du concept de la maquette numérique du bâtiment (concept BIM). Elle concerne toutes les parties prenantes de l'acte de construire, de l'intention de réaliser un ouvrage jusqu'à sa réception et tout au long de son exploitation.

En 2014, madame la Ministre du Logement, Sylvia PINEL, suite à l'annonce d'un plan de relance pour la construction, a annoncé la nomination de monsieur DELCAMBRE, Président du CSTB, comme ambassadeur du numérique dans le bâtiment. Via une lettre de mission, la Ministre lui a proposé de « répondre conjointement à nos objectifs de qualité de la construction, de réduction des coûts mais aussi de gains de compétitivité pour les entreprises et artisans du bâtiment ».

Dans une lettre adressée à l'Education Nationale (20/10/2015), à ses inspecteurs et à ses professeurs, monsieur DELCAMBRE nous invite, à notre tour, « à soutenir l'idée d'une introduction dans les diplômes des baccalauréats professionnels, destinés à former les chefs d'équipes pour les personnels d'exécution, de notions BIM et de les familiariser avec les outils numériques liés au bâtiment et à leurs besoins ».

## **La formation**

L'Education Nationale a déjà engagé une réflexion nationale pilotée par l'Inspection Générale sous la forme de deux séminaires : « le numérique dans les formations du BTP » et « le numérique dans les diplômes et les épreuves des formations du BTP ».

Aujourd'hui, il nous apparaît primordial de constituer un groupe de réflexion académique (GREBTP) et de nous mobiliser autour de l'évolution de la didactique liée à l'utilisation du concept BIM.

L'enseignement des professeurs de construction et économie, au côté de leurs collègues de spécialité a un rôle clé dans l'appropriation des concepts et la prise en compte des différents enjeux. Nous voulons qu'autour des équipes se crée une culture commune de la maquette numérique du bâtiment pour favoriser une approche collaborative et développer l'interdisciplinarité.

Nous souhaitons poursuivre la réflexion sur le BIM afin de cibler la valeur ajoutée pour nos enseignants, nos enseignements et surtout nos élèves.

## **Quels enjeux ? Quelles perspectives ? Quelles stratégies pédagogiques mettre en œuvre ? Comment enseigner et comment apprendre par le BIM ? Quels points forts, quels axes de progrès pour nos équipes ?**

Le GREBTP regroupe des référents de chaque métier qui ont la charge d'assurer le lien avec les filières dans la définition des parcours de formation professionnelle. Ce groupe de réflexion participe aux évolutions à mettre en œuvre, il propose un cadre dynamique, au regard de la capitalisation des expérimentations conduites et des réflexions menées.

Le corps d'inspection, en la personne de J-M THIEULENT et L. BOURGUIGNON, Inspecteurs de l'Education Nationale ET STI, tient à remercier les membres du GREBTP pour leur investissement et leur implication.

Pour le groupe des IEN STI de la filière BTP, Jérôme BIASIO  
Chargé de mission d'inspection auprès des IEN ET STI du rectorat de Toulouse

## Les membres du groupe

**AUBLIN Sylvain**

PLP Génie civil construction et économie – Lycée Urbain Vitry – TOULOUSE

**BIASIO Jérôme**

Chargé de mission d'inspection STI

**BIBAL Cédric**

PLP Génie civil équipements techniques et énergie – Lycée Le Sidobre – CASTRES

**BOURGUIGNON Landry**

IEN ET STI

**DEDIEU Patrick**

PLP Génie civil équipements techniques et énergie – Lycée Urbain Vitry – TOULOUSE

**DEL REY Jérôme**

Chargé de mission d'inspection STI

**FIAULT Antoine**

PLP Génie civil construction et réalisation des ouvrages – Lycée BEAUMONT DE LOMAGNE

**GAUZERE Florent**

PLP Génie civil construction et économie – Lycée Urbain Vitry – TOULOUSE

**LOT Guy**

Professeur certifié SII - Lycée Le Garros – AUCH

**MILON Thierry**

PLP Génie civil construction et réalisation des ouvrages – Lycée Le Garros – AUCH

**PAQUET-DEOM Nathanaël**

PLP Génie industriel bois - Lycée Urbain Vitry – TOULOUSE

**PARENT Pascal**

PLP Génie civil construction et économie – Lycée Aristide BERGES – St GIRONS

**RIVOLA Stéphane**

Directeur Délégué aux Formations Professionnelles et technologiques – Lycée Le Garros - AUCH

**THIEULENT Jean-Michel**

IEN ET STI

# I. Le BIM – Eléments de compréhension

La technologie BIM est un processus qui implique la création et l'utilisation d'un **modèle 3D intelligent et paramétrable** pour prendre de meilleures décisions concernant un projet et les communiquer. Il s'agira de concevoir, visualiser, simuler, collaborer et gérer plus facilement tout au long du cycle de vie du projet.

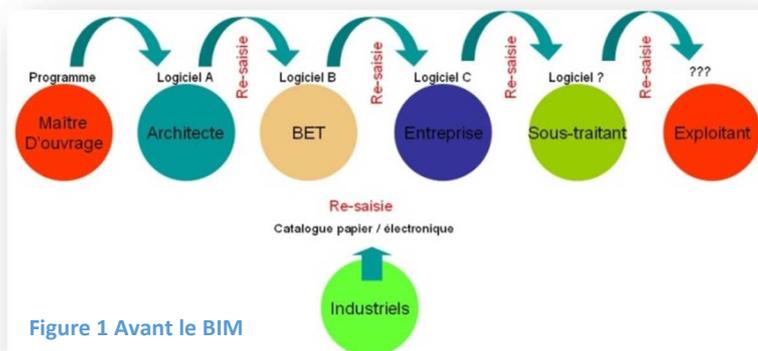


Figure 1 Avant le BIM

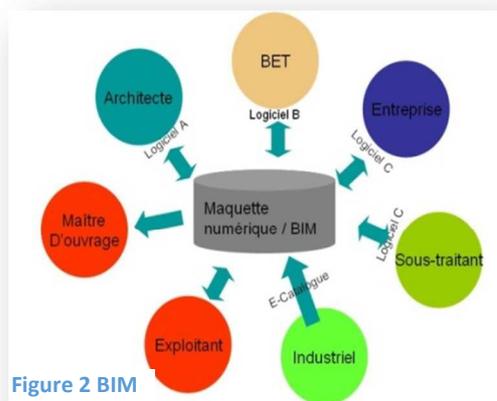


Figure 2 BIM

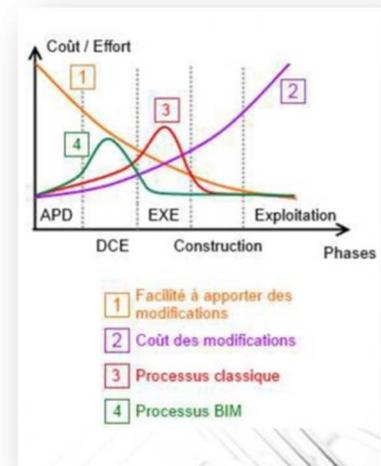
☞ *Le BIM ne peut être réduit à la 3D ou à la maquette numérique.*

On peut discerner plusieurs **niveaux de modélisation** :

<p><b>Le territoire</b> avec les systèmes d'informations géographiques (SIG) qui seront les supports numériques de la gestion et de l'aménagement des équipements publics, des autorisations d'urbanisme, et de la mise en place des réseaux intelligents.</p>	<p><b>Le Bâtiment</b> avec les modèles architecturaux, dont pourront être issus les modèles structuraux, quantitatifs, financiers, descriptifs, etc... Il s'agit d'une base de données dont les interfaces multiples sont les vues, les coupes, les listes de quantités... Un ouvrage est modélisé avec toutes ses caractéristiques dans le DOE numérique...</p>
<p><b>Les systèmes</b> tels que les installations électriques, sanitaires et climatiques, etc. Ils sont munis de connecteurs qui leur permettent de s'insérer dans des dispositifs de dimensionnements automatiques. Ils seront à terme interfacés avec le SIG pour évaluer l'impact du projet sur son environnement.</p>	

Grâce à la modélisation et aux simulations facilitées, **le processus de prise de décisions est avancé** et permet d'éviter « le marteau piqueur ».

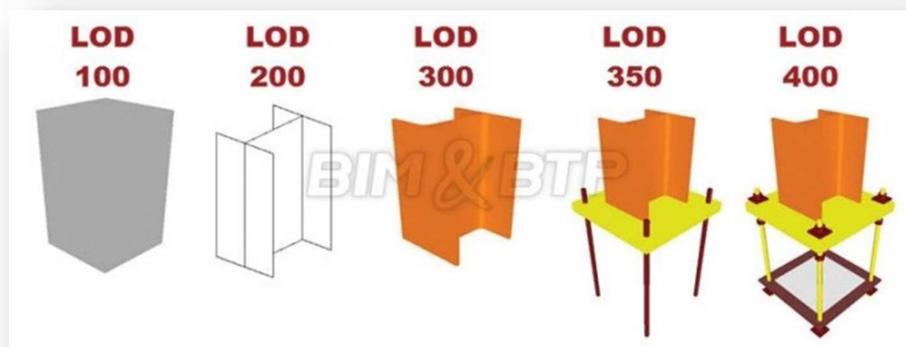
L'impact sur les choix technologiques en phase DCE/EXE est un point de réflexion actuellement. En effet, il faudra modéliser un système avec ses caractéristiques avant qu'il soit décidé contractuellement. Nous irons peut-être vers des modèles génériques EXE standardisés puis complétés après l'adjudication.



**Le niveau de détails de la maquette numérique** évolue suivant l'avancement du projet. Un projet en phase esquisse (ESQ) sera en niveau de détail 1 (ND1/LOD100). Ce modèle sera le support des phases suivantes pour éviter les ressaisies.



Système propose en France récemment, sans validation à ce jour

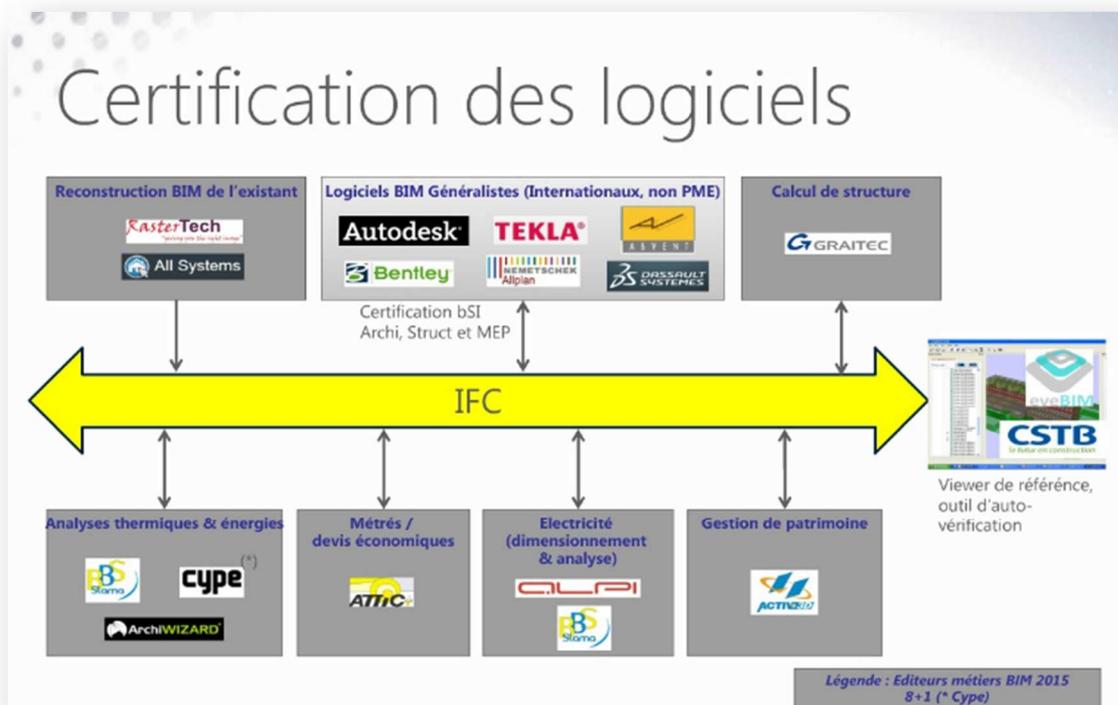


Système anglo-saxon (Level Of Detail)

☞ Ne pas confondre avec la notion controversée de BIMxD : BIM3D utilise la 3d, BIM4D va jusqu'aux quantitatifs, BIM5D estime les coûts, BIM6D jusqu'au phasage et 7D jusqu'au coût environnemental...

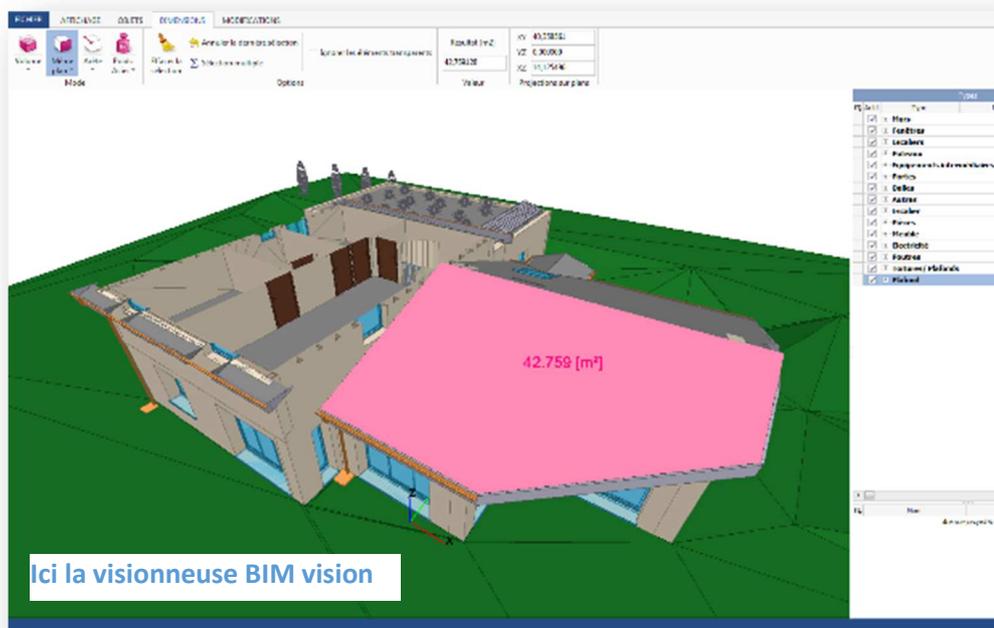
Il faut garder à l'esprit que cette technologie évolue très vite et que les repères normatifs et opérationnels ne sont pas encore posés. Nous devons aussi prendre en compte les interactions avec toutes les nouvelles technologies numériques émergentes (Capture de la réalité, Impression 3D, (R) évolution des besoins d'usage, Robotique, etc

**L'interopérabilité est un axe majeur du processus BIM.** Les données devront passer d'un métier à un autre sans pertes ni ressaisies. Cela signifie du partage de fichiers en réseau ou en ligne, ou des transferts de fichiers d'un logiciel vers d'autres. Pour accompagner cette nécessité, les acteurs de la construction ont créé la norme ISO IFC qui détermine ce format open source d'interopérabilité. D'autres formats du type BIMétré ont vocation à transférer les données complémentaires que ne porte pas encore l'IFC. On peut supposer qu'un format global (Open source et Natifs) verra le jour dans les années à venir.



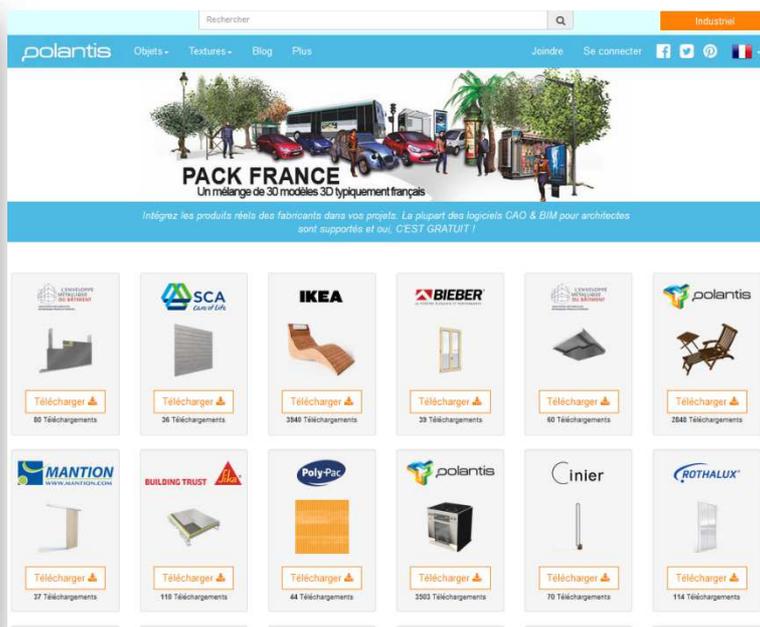
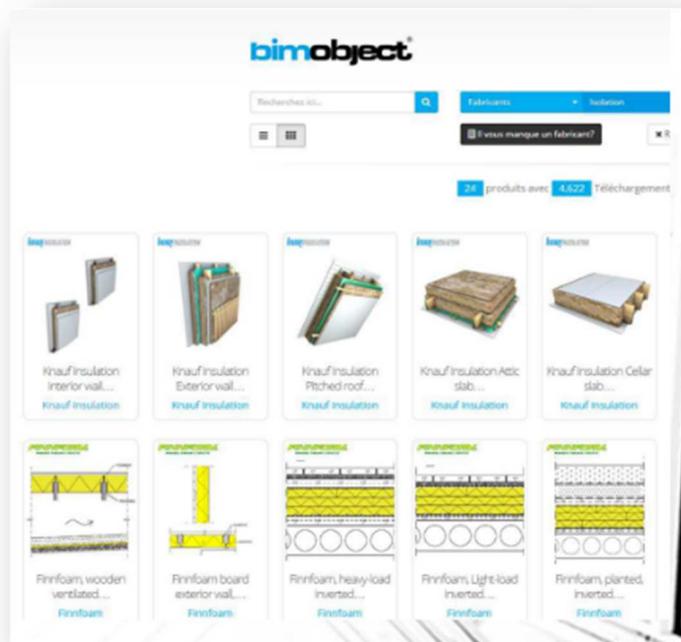
**Les visionneuses IFC gratuites permettent d'exploiter partiellement un fichier ifc :**

*⚠ Attention ! Le format IFC est un format d'échange et n'a pas vocation à faire du quantitatif (par exemple). Il est, par contre, un bon outil à usage pédagogique...*



Au-delà de sa fonction d'échange de données entre les logiciels, il peut aussi être utilisé pour montrer au client son projet.

Les fournisseurs de matériaux (on pourrait maintenant plutôt parler de systèmes) nous livrent déjà leurs produits au format BIM à l'image des catalogues papier (Ici les sites BIMObject et Polantis).



Les objets BIM sont déjà téléchargeables dans de nombreux formats : IFC, Revit, Archicad, AllPlan, STEP, etc.

☞ *Un travail important reste à faire avec les négociants en matériaux, notamment sur leur capacité à intégrer les maquettes numériques dès les demandes d'estimation de prix jusqu'à la délivrance des bons de livraison...*

**Voici une proposition de niveaux de collaboration** montrant les modes d'échange ou de partage possibles des modèles BIM (IFC ou Natifs). Les technologies permettront bientôt de collaborer en niveau 3 (Cloud) de l'esquisse à l'utilisation du bâtiment, en passant par la phase chantier.

Niveau 0 dessin 2D		Niveau 1 : 2D, 2,5D voir 3D		Niveau 2 : Maquette numérique (MN)		Niveau 3 : Maquette numérique (MN)	
0a	0b	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Plans papier	Plans DAO	Plans DAO 2D Plans 2,5D	3D isolé (souvent archi uniquement)	Echange de MN dans une seule direction	Echange bidirectionnel non intégré	Partage de MN sur serveur local ou distant Ingénierie intégrée	Plateforme CLOUD = Product Lifecycle Management
<b>Travail isolé</b>				<b>Travail collaboratif</b>			

☞ *Notons l'existence de solutions serveur telles qu'Autodesk Revit Server, Lascom AEC, Serveur BIM de Graphisoft, etc.*

**Les avantages attendus du BIM** sont des diminutions des erreurs de conception, des litiges, des coûts de construction, des délais de réalisation, des gains importants en exploitation des bâtiments, etc.

Le BIM implique de la transparence à tous les niveaux et un travail d'équipe plus global, à l'image de l'obligation de résultat de la RT2012 (étanchéité à l'air). C'est certainement un changement de culture pour notre industrie du BTP encore habituée à des *ajustements* souvent salutaires pour les marges...

Ceci est évidemment à mettre en corrélation avec la stagnation de la productivité du BTP depuis 20 ans.

## II. Enseigner par le BIM et apprendre par le BIM

Le BIM constitue une révolution dans les logiciels de CAO. Il permet une utilisation collaborative et intelligente de l'outil informatique dépassant la simple représentation graphique.

Le challenge de l'Education Nationale, avec l'introduction du BIM dans les formations, est d'amener un esprit d'analyse ainsi que de favoriser « l'agir en compréhension » chez les élèves.

En effet passer des heures à tracer des traits et des cotes sont des heures où il est difficile d'amener de l'intelligence... Par contre modifier dans un simulateur un paramètre et identifier si le cahier des charges est toujours respecté favorise la construction d'un esprit d'analyse chez les élèves qui développent ainsi un parcours d'apprentissage beaucoup plus intéressant et stimulant.

L'enseignement avec un tel outil informatique se trouve ainsi bouleversé. Véritable outil de représentation du projet (au-delà de l'image graphique), le BIM est également un avatar du bâtiment, intégrant toutes ses données techniques et donc tous les renseignements et les détails de l'opération.



*Préparation des pièces du PGC (PIC) par les élèves de bac pro TEBAE pour ceux de bac pro TBORGO*

Les élèves « rentrent » de fait en mode projet, limitant ainsi une approche magistrale de certaines notions technologiques et scientifiques en développant des stratégies d'apprentissages inductives et motivantes pour les jeunes.

Les retours d'expérience indiquent de manière extrêmement positive que l'acquisition de ces nouvelles compétences présente un véritable engouement chez les élèves.

En effet Ils se posent des questions sur des choix technologiques, architecturaux, économiques et environnementaux de manière transversale et collaborative donnant ainsi tout son sens à l'acte de construire.

### 1. UN OUTIL POUR L'EDUCATION AU DEVELOPPEMENT DURABLE

Avec l'intégration du BIM dans les formations, les notions de développement durable dans le secteur du bâtiment peuvent être prises dans leurs globalités. Le jeune au travers de la manipulation de la maquette numérique, outil privilégié et performant, peut, de manière très inductive, établir le coût environnemental du projet.

Le champ d'application est vaste puisqu'il permet d'effectuer facilement des simulations avant travaux, d'optimiser les solutions d'isolation thermique ou encore de mieux dimensionner les installations de génie climatique.



*Future carte vitale de nos bâtiments ?*



#### 4. UN OUTIL D'INSERTION PROFESSIONNELLE

L'utilisation du BIM en est encore à ses balbutiements chez beaucoup d'acteurs de la construction. En effet, même si de gros groupes de construction et certains cabinets d'architecture ont fortement développés leur pratique du BIM sur des projets souvent importants faisant apparaître de nouveaux métiers comme le BIM Manager, cette pratique est encore peu développée chez de très nombreuses PME.



Ces nouvelles compétences acquises par les élèves seront de ce fait un fort moteur pour la recherche de leur PFMP d'une part et surtout pour leurs futures insertions professionnelles d'autre part. En effet, les acteurs du bâtiment ont une réelle attente sur leurs futurs collaborateurs quant à l'utilisation de ces nouvelles technologies qui deviendront incontournables dans les futurs marchés.

Aujourd'hui les entreprises ont souvent mal anticipé la plus-value de ces maquettes collaboratives plaçant de ce fait l'éducation nationale au premier plan des offres de formations professionnelles auprès d'un public varié, qui sera moteur d'enrichissement à travers les échanges à venir.

#### 5. UN OUTIL APPRECIÉ ET MODERNE

Derrière l'aspect technique de l'utilisation de modèle BIM se cache aussi un outil faussement ludique auquel les jeunes que nous formons sont sensibles. De manière naturelle notre environnement depuis l'enfance se fait dans une construction mentale en 3 dimensions et non sur des projections 2D.

La jeunesse est tournée de manière significative vers les nouvelles technologies, à travers les jeux vidéo, internet et les réseaux sociaux. L'utilisation de modèles BIM s'inscrit dans l'évolution de l'acte de construire en lien avec les enjeux sociaux et environnementaux d'aujourd'hui et de demain.

#### **Le BIM : un outil innovant et moderne pour les futurs professionnels, tout simplement.**

*« ...Petite Poucette ouvre son ordinateur. Si elle ne se souvient pas de cette légende, elle considère toutefois, devant elle et dans ses mains, sa tête elle-même, bien pleine en raison de la réserve énorme d'informations, mais aussi bien faite, puisque des moteurs de recherche y activent, à l'envi, textes et images, et que, mieux encore, dix logiciels peuvent y traiter d'innombrables données, plus vite qu'elle ne le pourrait. Elle tient là, hors d'elle, sa cognition jadis interne, comme Saint Denis tint son chef hors du cou. Imagine-t-on Petite Poucette décapitée ? Miracle ?*

*Récemment, nous devînmes tous des saints Denis, comme elle. De notre tête, osseuse et neuronale, notre tête intelligente sortit. Entre nos mains, la boîte-ordinateur contient et fait fonctionner, en effet, ce que nous appelions jadis nos "facultés" : une mémoire, plus puissante mille fois que la nôtre ; une imagination garnie d'icônes par millions ; une raison aussi, puisque autant de logiciels peuvent résoudre cent problèmes que nous n'eussions pas résolus seuls. Notre tête est jetée devant nous, en cette boîte cognitive objectivée... »*

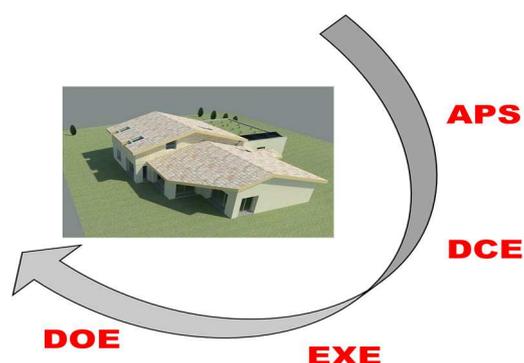
**Extrait de « Petite Poucette » de Michel Serres**

### III. Le BIM dans la filière étude du bâtiment et dans les enseignements de construction

A l'heure de la transition numérique dans le bâtiment, le baccalauréat professionnel TEB tient une place privilégiée quant à l'utilisation des modèles BIM pour acquérir des compétences et des savoirs tout au long de la formation.

En effet, les élèves doivent avoir une vue d'ensemble de l'acte de construire de l'APS jusqu'à la réception des travaux. La maquette numérique est un objet évolutif et collaboratif. Elle est parfaitement adaptée pour aborder transversalement les différentes compétences afin de préparer au mieux nos élèves à leurs examens, leurs poursuites d'études et leur(s) insertion(s) professionnelle(s).

Faire des cours de BIM n'a aucun sens. C'est un outil qui doit permettre, tous les jours, de construire les compétences métiers en s'inscrivant naturellement dans une pédagogie de projet et plaçant de fait l'élève dans un mode très inductif quant à ses apprentissages.



#### Le BIM outil de rayonnement des lycées et des sections TEB

Avec le BIM le champ des compétences des lycées s'élargit. Déjà, les premières expériences de captures de la réalité avec un drone ont été réalisées avec succès dans l'académie permettant une insertion de nuages de points dans le logiciel « Revit » puis une exploitation pour des projets écoles.



L'analyse de travaux d'optimisation énergétique est simplifiée par l'exploitation de simulateur thermique, permettant de développer ainsi un véritable rôle de conseil auprès de particuliers ou de développer des partenariats avec les professionnels.

#### L'étude des constructions dans les filières professionnelles du Bâtiment

Le BIM est pour les enseignants de construction, une véritable opportunité. Au-delà des sections TEB le professeur de construction et économie est présent sur l'ensemble des bacs pros du bâtiment. L'utilisation de maquettes au format IFC présente de nombreux avantages quant à l'acquisition des compétences de recherche d'information et de lecture que l'on retrouve sur l'ensemble des formations.

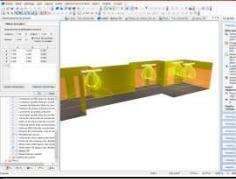
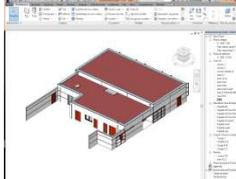
Les échanges entre sections sont facilités par des maquettes collaboratives. Le professeur de construction peut jouer ainsi un rôle central en étant le lien naturel entre l'ensemble des formations et donc des équipes pédagogiques.

La mise en place de la maquette numérique change beaucoup de choses à bien des niveaux : les élèves, le professeur, le rayonnement de la filière dans le tissu professionnel local, la nature du recrutement, ... Mais le challenge que présente cette transition est une véritable chance pour les formations professionnelles et les élèves.

## Exemples d'utilisation du BIM autour d'une opération de construction

Exploitations du professeur de construction et économie pour un public varié autour d'une seule et même opération : **la construction d'une maison de quartier à Toulouse**

La maquette initiale, réalisée pour des besoins de présentation du projet, évoluera tout au long des études menées par les élèves jusqu'à la préparation des DOE.

Phase	Section	Projet	Ce que l'élève fait	Compétences et savoirs visés	
APS	TEBAA		A partir d'une esquisse du bâtiment et d'une ébauche de CCTP, il crée la maquette numérique du projet pour réaliser l'insertion paysagée du concours	C 3.7	Réaliser une maquette d'étude
				S 8	Modes de représentation
APD	TEBEE		Il exploite un simulateur d'éclairage afin de justifier ou de modifier les luminaires prévus dans les dégagements à l'APS.	C2.3	Proposer une solution à un problème identifié
				S 2	Confort et sécurité
DCE	TEBEE		Il exploite la maquette numérique en établissant les nomenclatures quantitatives afin d'établir le CDPG	C 3.4	Réaliser un devis quantitatif
				S5	Économie de la construction
DCE	TEBEE		Il télécharge un objet BIM correspondant au type de toiture terrasse afin de modifier la maquette puis réalise le plan de détail sur le relevé d'acrotère.	C3.2	Traduire graphiquement une solution technique
				S 3	Techniques de construction et règles de mise en œuvre
EXE	TISEC		Il fait établir un réseau d'évacuation EU par le logiciel, vérifie la pertinence du choix de l'intelligence artificielle. Puis il établit les besoins en matériaux.	C.2	Préparer, organiser
				S.5	Technologie des installations
EXE	TBORGO		Il identifie les charges agissant sur un poteau.	C 1	S'informer
				S 4	Approche scientifique et technique des ouvrages.
EXE	TEBAA		A partir de la maquette numérique du BET Structure, il vérifie l'avancement des travaux transmis par l'entreprise de gros œuvre.	C 4.2	Suivre la gestion économique d'un projet
				S9	Préparation et suivi de chantier

## IV. Le BIM dans la filière « gros œuvre » et dans les enseignements associés

### L'impact du BIM pour les entreprises de la filière « gros-œuvre »

#### a) L'argument commercial pour l'entreprise de construction:

- Des facilités de communication avec le maître d'ouvrage (visuel 3D),
- Un meilleur positionnement de l'entreprise en termes de compétitivité,
- Bientôt une exigence des clients...

#### b) Une phase de conception plus poussée :

- Amélioration des relations entre les intervenants de l'acte de construire (meilleure fluidité dans la communication entre ARCHI et EXE),
- Des outils performants permettant de générer les quantitatifs automatiquement,
- Une modélisation en 3D de l'installation du chantier,
- Plus de dessins de plans puisque les vues sont générées automatiquement à partir d'une maquette (cela implique qu'en cas de modifications toutes les vues et quantités sont mises à jours automatiquement).

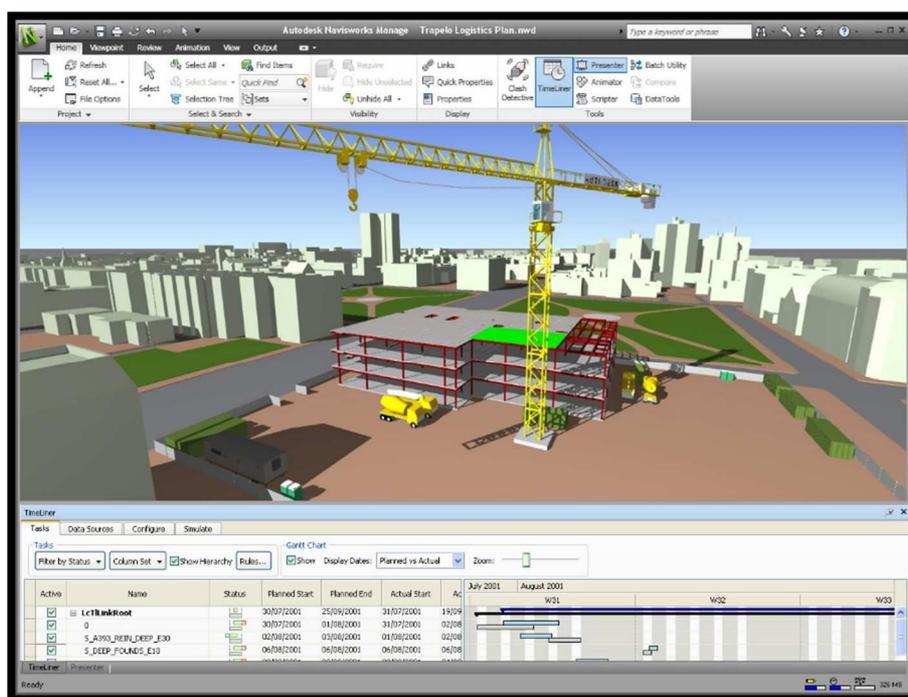
#### c) En phase de travaux :

- Une nette amélioration en termes d'ergonomie visuelle pour les chefs d'équipe et chefs de chantier grâce à la 3D,
- Moins de modifications en cours de travaux,
- Moins de stress sur les chantiers grâce à une amélioration de la conception,
- Amélioration de la sécurité grâce à une meilleure gestion du chantier.



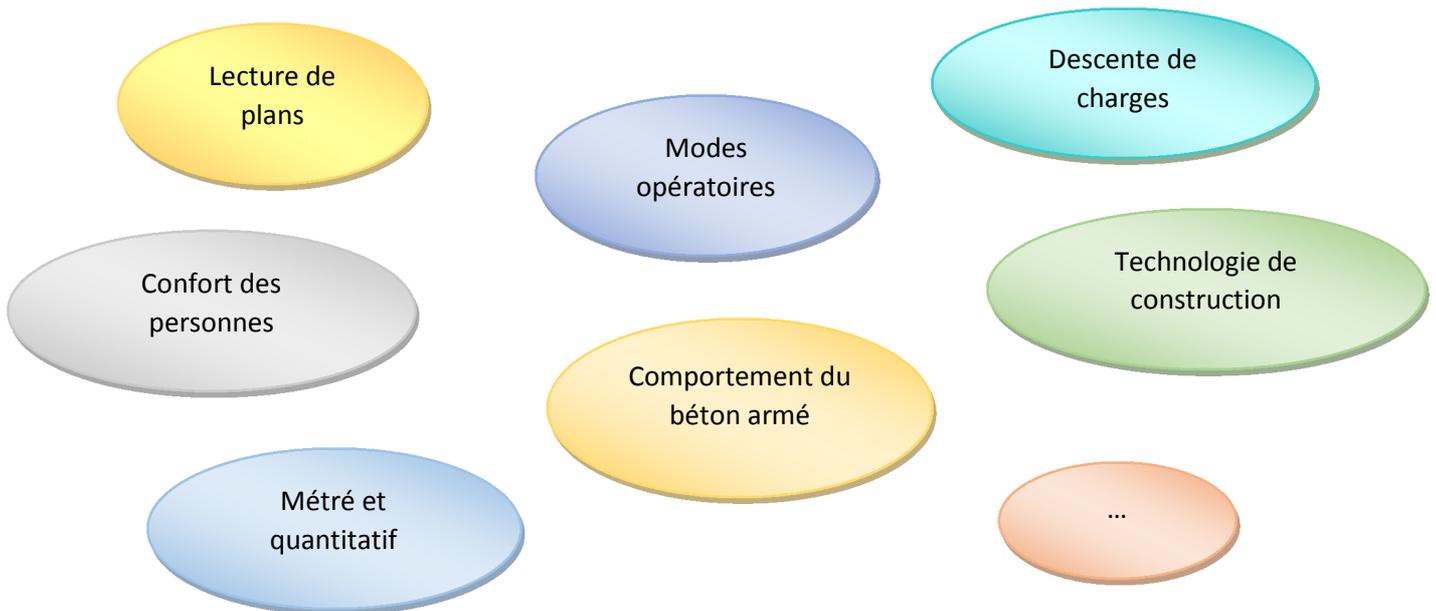
#### d) Organisation et suivi des travaux jusqu'à la réception.

- Des outils complets et performants intégrant la planification, le suivi de l'avancement et du budget et ce avec un seul et même logiciel intégrant la maquette en 3D,
- Amélioration de la coordination des travaux.



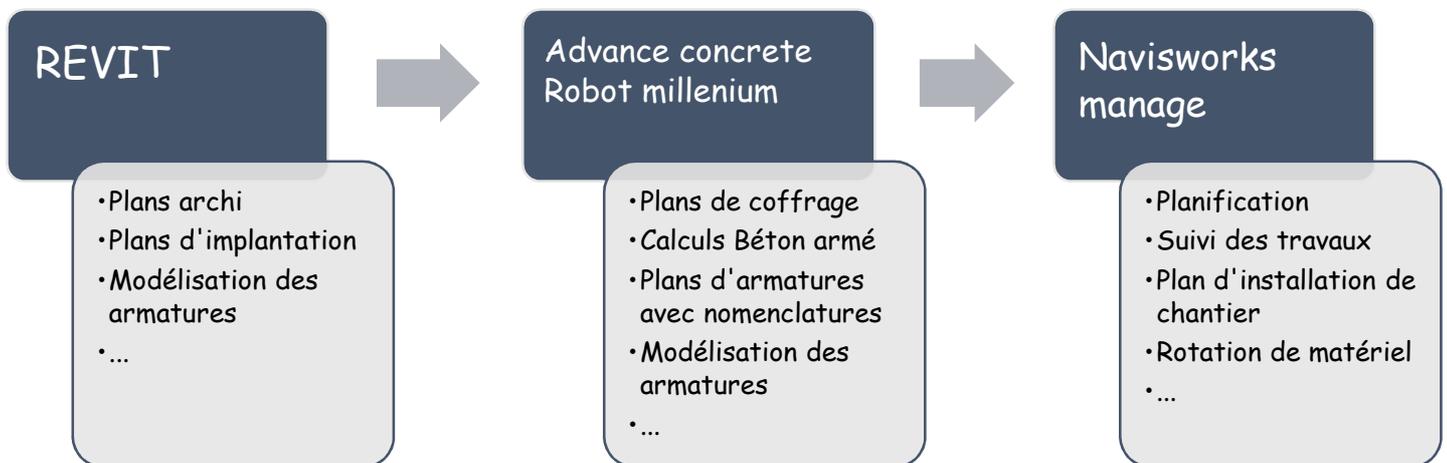
## Le BIM dans les enseignements de la filière « gros œuvre »

a) Illustrer les enseignements par l'intelligence du BIM :



b) Réalisation du gros-œuvre

La performance des outils permet à l'enseignant de constituer un dossier technique de réalisation à une vitesse battant tous les records : plans archi, quantitatifs, plans de coffrage, plans d'armatures, détails, nomenclatures...



c) Organisation et suivi de chantier

Ci-dessous quelques applications que l'on peut illustrer à l'aide de l'outil « Navisworks manage » :

- Détermination des moyens (matériel, matériaux, main d'œuvre),
- Définir les zones de stockage sur un chantier,
- Planification des travaux et suivi de l'avancement,
- Cadences d'exécution,
- Plan d'installation de chantier,
- Rotation de matériel,
- Étude du poste de levage.

## Zoom sur la filière : « interventions sur le patrimoine bâti » :

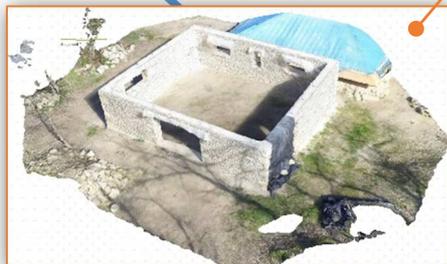
La maquette BIM est très souvent utilisée pour la conception de projet, mais elle peut permettre aussi de connaître, d'organiser et d'observer le patrimoine tout au long de sa vie.

- *En phase de préparation (organisation de travaux) :*  
Le BIM facilite le choix des systèmes constructifs, la réalisation des avants-métrés, le choix des matériaux à réemployer ou à recycler (quantité), l'élaboration des plans d'installations de chantiers et des devis quantitatifs et estimatifs, le choix de matériels ou de matériaux dans la mise en œuvre, l'élaboration de planning,...
- *En phase de réalisation (chantier) :*  
Sur les chantiers de construction ou en intervention sur le patrimoine bâti, tant en maçonnerie, qu'en charpente et couverture, le BIM peut mettre en évidence certaines incompatibilités, faciliter la lecture et l'implantation des réseaux (travaux en site occupé), permettre de visualiser les détails en charpente (assemblage tenon-mortaise ou autres), les différents arcs en pierres et ses détails (sculptures, traçage épure, etc...).
- *En suivi de chantier :*  
C'est la possibilité de simuler et comparer l'impact des systèmes d'isolation suivant les différentes réglementations existantes et à venir, d'améliorer le confort thermique et acoustique, de comparer l'impact des travaux, d'utiliser la base de données des équipements techniques pour organiser la maintenance préventive en fonction des temps d'utilisation et de ses occupants.

Les élèves du baccalauréat professionnel « interventions sur le patrimoine bâti » doivent avoir des connaissances dans plusieurs domaines : maçonnerie, charpente, couverture. A ce titre ils peuvent produire des schémas ou croquis en vue de modifier les principes de construction tout en devant respecter le patrimoine bâti à travers les époques et doivent s'adapter aux techniques nouvelles et écologiques (paille, torchis, etc...).

Pour la formation, c'est également la possibilité de réaliser un diagnostic en complément sans avoir à retourner sur le site, de faire des relevés de côtes, voire d'insérer une modification de projet sur la maquette et ainsi d'avoir un aperçu en 3D du résultat final avant intervention.

### Exemple 1 :



Modélisations 3D  
"photoréalistes" par  
photogrammétrie

### Exemple 2 : analyse de l'existant



Projet de reconstruction du pont levé  
commune de Larressingle - Gers

## V. Le BIM dans la filière « construction bois » et dans les enseignements associés

### L'impact du BIM pour les entreprises de la filière « construction bois »

Le bois est un matériau utilisé dans la construction depuis l'origine de l'humanité. Au vingt et unième siècle ce matériau permet de répondre aux problématiques énergétiques et économiques de l'habitat. Les pays développés (Etats-Unis, Japans, Europe, etc.) l'utilisent et développent des outils numériques en conception et fabrication d'ouvrage en bois.

La conception d'ouvrage consiste à l'utilisation et la modélisation de produits manufacturés en assurant les règles de mise en œuvre mais aussi les règles de l'art du domaine dans lequel ils sont utilisés. C'est aussi étudier le dimensionnement des sections et des liaisons selon les contraintes auxquelles elles seront soumises afin d'assurer la sécurité et la pérennité des ouvrages.

Plus de deux tiers des entreprises du bois (68%) font de la conception technique, c'est à dire qu'elles disposent d'un bureau d'étude intégré ou utilisent un logiciel spécifique. Cela permet de concevoir des solutions sûres, en facilitant la vision dans l'espace des éléments constitutifs d'un projet.

Dans les formations professionnelles, ces mêmes outils sont utilisés pour assurer les apprentissages.



Le BIM « niveau1 » est le plus répandu dans les pratiques de ce concept. Il existe cependant une grande disparité dans son utilisation tant chez les professionnels que dans l'enseignement. Malgré ces applications, il existe des zones d'ombres liés à une méconnaissance sur les interactions entre les différents acteurs de la construction.

Aujourd'hui, une des barrières à la mise en place du BIM est l'interopérabilité des fichiers entre les différents logiciels, en effet l'IFC n'est pas encore garantie par tous les concepteurs de ces outils.

Le BIM dans les métiers de la construction bois doit donc permettre en temps réels de traiter toutes informations pour développer la conception, la mise en œuvre et le suivi des ouvrages. Les pertes financières dans le déroulement d'un projet proviennent essentiellement de la phase chantier. Le BIM a pour objectif d'assurer une meilleure préparation, organisation et gestion.

### Le BIM dans les enseignements de la filière « construction bois »

Les compétences à acquérir dans nos référentiels de formations bois s'articulent autour des six axes suivant :

#### C1-Décoder et analyser des données d'un projet (définition, mode opératoire, gestion du projet, analyse du chantier)

L'utilisation de la maquette numérique permet dans ce domaine d'observer, de décoder et d'appréhender le projet avant sa construction. Lors de la lecture du DCE et du CCTP, la maquette apporte une vision plus précise et lève les doutes et les zones d'ombres. Les parties à réaliser par le lot bois sont clairement définies et les influences des autres lots sont appréhendées. Par exemple dans une maquette numérique collaborative, le BIM permet de visualiser le passage de gaines, de fluides dans une ossature ce qui évite les collisions et donc les désordres.

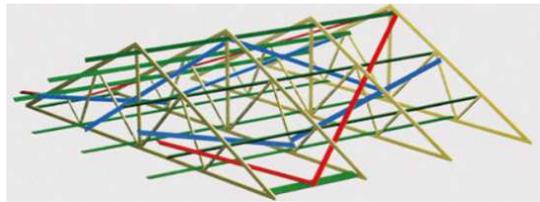


#### C2-Choisir des solutions techniques de réalisation, établir des listes, des nomenclatures et des plans d'exécutions, rédiger des documents de réalisation et de mise en œuvre.

- La conception numérique de la maquette intègre toutes les informations sur les produits qui la composent. Ainsi il est simple d'extraire, de trier et de gérer des listes adaptées aux différents services de l'entreprise.

LP	LC	Groupe	Nom	Mat.	Nbre	Larg. [mm]	Haut. [mm]	Long. [m]	Vol. [m3]
600	1000		poutre	Lamellé-collé	1	140	440	6,620	0,531
601	0		osb	OSB	16	1200	9	2,800	0,484
602	0		osb	OSB	16	1200	9	1,400	0,242
603	0		mur	Parpaing	1	8620	4846	7,150	19,671
604	1003		sur faîtière	Sapin	1	45	220	5,400	0,053
605	1002		chevron	Sapin	26	45	220	4,238	1,059
606	1003		sur faîtière	Sapin	1	45	220	2,620	0,026
607	1003		entretoise sablière	Sapin	12	45	220	0,555	0,066
608	1003		entretoise sablière	Sapin	12	45	220	0,555	0,066

- Les « fiches Objet BIM » sur les produits informent sur les solutions techniques d'utilisation et de mise en œuvre et permettent la rédaction de documents exploitables de fabrication et de chantier.
- Des outils numériques permettent le dimensionnement et valident les solutions techniques retenues.



### C3-Organiser les postes de travail en sécurité, conduire des opérations de taille, assembler et assurer le conditionnement, le stockage et le chargement des livrables.

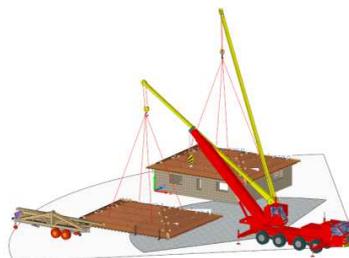
- Les paramètres d'usinages et de sécurité sont simulés virtuellement, les fichiers d'usinages et de tailles sont générés à partir de la maquette numérique et les programmes sont transférés sur les centres d'usinages.
- Le colisage des livrables est appréhendé et organisé informatiquement en prenant en compte la taille, le poids et les gabarits de transport et de levage.



### C4-Organiser les interventions sur le chantier en toute sécurité, contrôler les supports et implanter les ouvrages, conduire le levage et assurer la mise en œuvre et son suivi, gérer l'environnement.

Le BIM permet de préparer le chantier à savoir :

- Implanter et vérifier les supports avec une station de construction où un scanner 3D.
- Installer virtuellement les organes de sécurité.
- Etudier l'élingage des éléments à lever.
- Simuler les manœuvres de levage.
- Préparer le Plan d'Installation de Chantier.
- Etudier sur la maquette la nature des déchets afin d'anticiper le tri et la gestion sur le chantier.



### C5- Effectuer entretien et la maintenance des matériels et équipements de fabrication et de mise en œuvre, assurer le suivi périodique des ouvrages.

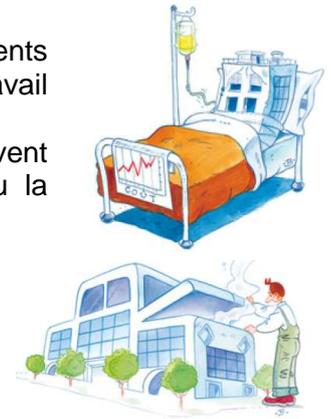
Dans cette phase, le BIM doit permettre de réaliser le **Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)** :

- Dossier de construction de l'ouvrage : diagnostic ; plans ; nomenclatures ;...
- Dossier de fonctionnement de l'ouvrage : notes de calculs ; rapports d'essais ; notices de fonctionnement ;...
- Dossier de maintenance de l'ouvrage : notices et gammes de maintenance des systèmes.
- Plans de formations
- Dossier de garantie



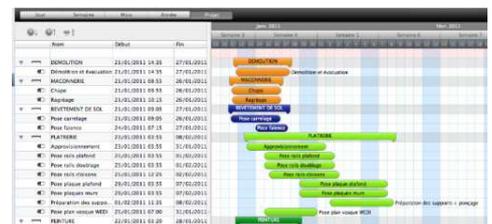
## Mais aussi le **Dossier d'Intervention Ulérieure sur l'Ouvrage - D.I.U.O**

- Faire concevoir l'ouvrage ou lui faire ajouter dès la conception des équipements de façon à faciliter la prévention des risques et améliorer les conditions de travail lors des interventions ultérieures.
- Le dossier présente les données correspondantes aux entreprises qui doivent intervenir sur l'ouvrage pour en assurer l'entretien, la maintenance, ou la réparation.
- Il rassemble sous bordereau tous les documents de nature à faciliter l'intervention ultérieure, tels que plans et notes techniques.



## **C6- Animer les équipes et les actions de qualité et sécurité, communiquer avec les différents partenaires et rendre compte d'une activité.**

- En termes de communication, le BIM doit permettre une planification des actions et une organisation des tâches sur le chantier.
- Au travers des moyens de réalité augmentée (tablette, etc.), des procédures de mise en œuvre peuvent être visionnés permettant une assistance en temps réel.
- La maquette numérique permet de situer l'intervention, d'assurer une démonstration virtuelle des actions, donc d'animer l'équipe et relancer les activités.



## **En conclusion :**

Le monde de la construction bois est déjà en route dans la démarche BIM, cependant celle-ci est utilisée par les entreprises d'une certaine taille. Les artisans vont être amenés à utiliser de plus en plus les outils numériques via les réseaux de distributeurs et négociants de matériaux et produits.

Ces derniers développent par exemple des bornes interactives dans les points de ventes ou sur le net, ce qui permet de constituer rapidement les dossiers de devis et commande. Demain ces outils offriront en ligne des services de plus en plus sophistiqués, il est donc essentiel d'assurer les apprentissages liés à ce concept dans nos formations pour préparer au mieux les bâtisseurs du futur.

## VI. Le BIM dans la filière « génie thermique » et dans les enseignements associés

### L'impact du BIM pour les entreprises de la filière « génie thermique »

Même si les intérêts les plus évidents du BIM dans le secteur du génie thermique concernent plutôt les concepteurs, les filières de l'installation et la maintenance sont aussi très concernées. En premier lieu, les élèves issus de ces formations y seront confrontés sur les chantiers importants très rapidement si ce n'est dès à présent. De plus, d'autres impacts peuvent être mis en évidence :

#### - Dans la préparation à l'exécution :

Le BIM facilite le choix des systèmes constructifs, la réalisation des avants métrés, des devis quantitatifs et estimatifs....

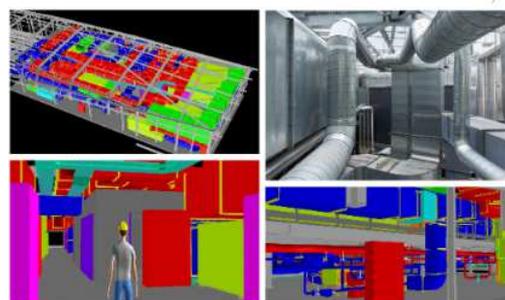
#### - En installation :

- Sur les chantiers de construction, l'installateur en systèmes énergétiques et climatiques est souvent un champion de l'utilisation du perforateur. La conception en 3D, par rapport à la 2D, met en évidence les incompatibilités de trajectoire et les collisions et facilite ainsi la lecture et l'implantation des réseaux.
- « Même dans un environnement concurrentiel fort, celui qui sait se servir du BIM va prendre des marchés. Certains installateurs se servent de cet outil un peu comme les cuisinistes. Le fait de modéliser une chaufferie en 3D et de savoir collaborer sur le BIM leur permet, lorsqu'ils répondent à des appels d'offre, de décrocher la commande » <sup>1</sup>



#### - En maintenance :

C'est la possibilité de simuler et comparer l'impact des systèmes d'isolation, de comparer l'impact des travaux, d'utiliser la base de données des équipements techniques pour organiser la maintenance préventive en fonction des temps d'utilisation, pour étudier et adapter la régulation aux usages et aux usagers du bâtiment.



### Le BIM dans les enseignements de la filière « génie thermique »

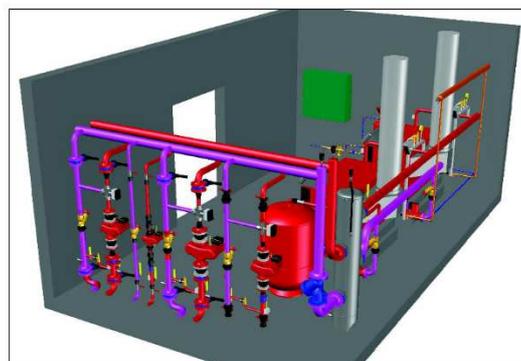


Les baccalauréats professionnels (TISEC, TMSEC, TFCA) du secteur du génie thermique ont des référentiels dont certaines compétences peuvent être acquises au travers du BIM.

Les élèves de la filière génie thermique ne sont pas des experts de la conception des systèmes mais doivent produire des schémas de principe d'une installation ou d'une modification d'un système énergétique et climatique qui seront repris par un bureau d'étude. Ils doivent savoir en tirer toutes les informations à l'aide d'outils de visualisation et de traitement.

L'utilisation du BIM impactera donc fortement la contextualisation des activités permettant la construction des compétences issues des référentiels. En effet, à ce jour, les représentations fournies et la documentation technique sont principalement sous forme papier. Le développement de la réalité augmentée participera à cette évolution. Les compétences liées au traitement de l'information (collecter, interpréter, décoder) vont voir les activités pédagogiques associées évoluer. Celles associées à la réalisation (implanter, tracer, fixer, façonner...), mobiliseront quant à elles de nouveaux savoirs et savoirs faire liés aux outils numériques.

Les tâches associées et donc les activités pédagogiques vont évoluer. Nous pouvons espérer que ces activités du fait de la virtualisation 3D permettent aux élèves de se projeter dans un vrai chantier à partir d'une maquette numérique.



<sup>1</sup> - Pascale Laire – Chef projet BIM chez Atlantic.

## Pour aller plus loin :

Lettre de Bertrand Delcambre, président du plan de transition numérique du bâtiment à l'éducation nationale :

<http://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr/sti/files/articles/6602/ptnb-lettre-pour-leducation-nationale.pdf>

Les séminaires STI :

-<http://eduscol.education.fr/sti/seminaires/le-numerique-dans-les-formations-du-secteur-du-btp-1ere-journee>

-<http://eduscol.education.fr/sti/seminaires/le-numerique-dans-les-formations-du-secteur-du-btp-2nde-journee>

-<http://eduscol.education.fr/sti/seminaires/le-numerique-dans-les-epreuves-des-diplomes-des-formations-du-secteur-du-btp>

Le site des productions BIM nationales :

<http://eduscol.education.fr/sti/labels/bim>

Le site de la mallette pédagogique BIM :

[http://portail\\_sbtp\\_pro.ac-toulouse.fr/web/190-mallette-pedagogique-bim.php](http://portail_sbtp_pro.ac-toulouse.fr/web/190-mallette-pedagogique-bim.php)

Présentation sur la transition numérique dans les métiers du bâtiment :

<https://prezi.com/nr41jzf8lyqr/transition-numerique-dans-les-metiers-du-batiment/>

Divers :

<http://www.batipedia.com/>

<http://sobim.domolandes.fr/>

<http://mediaconstruct.fr/sinformer/le-blog-du-bim/post/4739/bim-et-drones-gain-de-temps-et-exactitude-des-donn%C3%A9es>