

Intégrer les nouveaux besoins des entreprises en construction bois

VINCENT TASTET*

La filière bois est impactée par le BIM. La majorité des entreprises qui en dépendent utilise un logiciel 3D dédié au métier, mais d'une manière isolée dans le processus général de construction.

La formation en BTS SCBH se doit d'introduire certaines compétences spécifiques au BIM qui compléteront celles du référentiel actuel.

Le BIM (modélisation des informations du bâtiment) est une nouvelle façon de penser le bâtiment et donc les marchés de la construction bois. Il s'agit de concevoir par un processus collaboratif une maquette numérique qui portera au fur et à mesure de son élaboration l'ensemble des informations utiles à la conception, réalisation et maintenance du bâtiment afin d'optimiser les processus mis en œuvre dans un projet de construction.

Deux termes importants à retenir à ce stade : maquette numérique et collaboration. C'est la collaboration sans faille entre les intervenants qui fera la qualité de la maquette numérique. Cette collaboration sera décrite par une convention ou une charte qui décrira de manière contractuelle les objectifs, les étapes, les conditions d'échanges numériques, les livrables et les engagements des intervenants.

Quelles sont les attentes des entreprises pour se positionner sur un projet BIM ?

La vision actuelle des entreprises de la filière bois en matière de compétences à posséder pour aborder avec pertinence un projet BIM n'est pas encore très uniforme. Toutefois, il est essentiel de cerner les cas d'usage du BIM pour en déduire les tâches nouvelles à maîtriser par les entreprises.

Le tableau des usages du BIM **1** fait apparaître les compétences à acquérir par les entreprises. Dans un marché de travaux en lots séparés, on consultera la colonne « Réalisation » et dans un marché de conception-réalisation, on consultera les colonnes *ad hoc*.

MOTS-CLÉS

BIM, architecture et construction, post-bac

Une convention ou charte BIM précisera contractuellement les attentes de la collaboration BIM par :

- la version IFC, format d'échange des fichiers ;
- les unités géométriques utilisées ;
- le géoréférencement ;
- l'organisation spatiale de la maquette numérique : site, bâtiment, niveau, local. Il s'agit de coder d'une manière univoque les pièces, les équipements et les objets ainsi que leur composition (attributs IFC) ;

- les livrables intermédiaires des maquettes. Parfois on parlera de BIM APS, BIM APD, BIM PRO, BIM EXE, BIM DOE. Le contenu de chaque livrable est détaillé. Par exemple, le livrable BIM APD devra contenir : le site, le bâtiment, les locaux, les murs, les cloisons et refends, les dalles et planchers, les toitures, les escaliers, les sanitaires, les gaines techniques ;

- les niveaux de détails (LOD), niveaux de développement attendus dans les livrables **2**. Cette notion sera essentielle à comprendre par nos entreprises : il s'agira de livrer toute l'information nécessaire, mais seulement l'information nécessaire attendue à ce niveau. C'est un des points cruciaux de la collaboration BIM. Ainsi, chaque intervenant sait ce qu'il doit modéliser et l'information qui est disponible est exploitable. Pour chaque étape, le modèle BIM n'est plus surinformé et sous-informé. Le LOD est ainsi une référence contractuelle entre les intervenants.

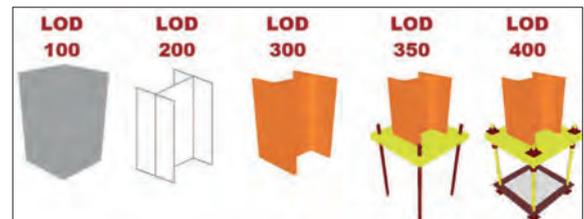
L'organigramme **3** résume, de façon simplifiée, les attentes des entreprises. Certaines branches de cet organigramme peuvent être davantage détaillées, comme celle de l'exploitation de la maquette numérique **4**.

Même si les chefs d'entreprise se posent encore de nombreuses questions au sujet du BIM (rythme de la progression des marchés avec méthodologie BIM, responsabilités des partenaires...), tous se préoccupent de la nécessité d'accroître le niveau de compétences de l'entreprise par la formation ou le recrutement.

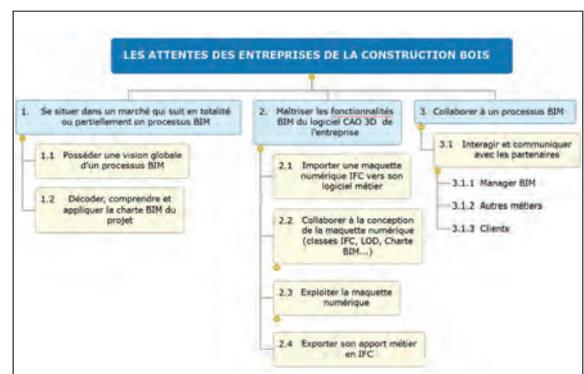
* Agrégé, sciences industrielles de l'ingénieur, ingénierie des constructions au lycée Haroun-Tazieff, Saint-Paul-lès-Dax (40).

Phases de la vie du projet	PROGRAMMATION	CONCEPTION	RÉALISATION	EXPLOITATION
	1 Programmation			
2 Modélisation et analyse de l'existant				
3 Production de maquettes numériques				
4 Revue de projet				
5 Production de livrables à partir des maquettes numériques				
6 Évaluation des performances à partir des maquettes numériques				
7 Contrôle des classifications et nomenclatures				
8 Simulation du déroulement de chantier (planning)				
9 Quantitatifs à partir des maquettes numériques				
10 Prévention des conflits (collision)				
11 Conception constructive				
12 Simulation de mise en œuvre				
13 Préfabrication				
14 Logistique des appros, commandes et stocks				
15 Consolidation des maquettes numériques				
16 Plan prévisionnel de maintenance				
17 Analyse des performances				
18 Gestion des équipements				
19 Gestion des espaces				
20 Contrôle de conformité aux exigences et contraintes				
21 Communication				

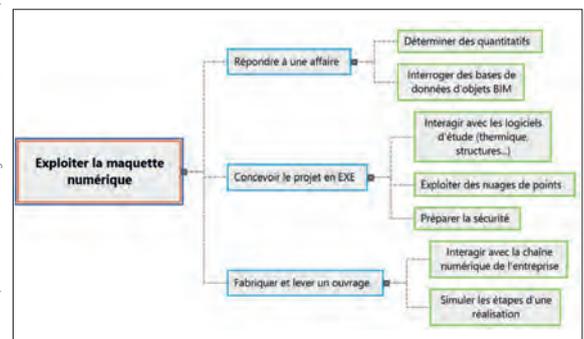
1 Tableau des usages du BIM



2 Exemples de niveaux LOD (level of details).



3 Les attentes des entreprises de la construction bois



4 Exemples d'exploitation de la maquette numérique par une entreprise de construction bois

Quelle approche du BIM pour le BTS Systèmes constructifs bois et habitat (SCBH) ?

Sur la base de l'analyse décrite précédemment, nous développons ci-après une stratégie (pour le lycée Haroun-Tazieff) sur une durée de trois ans pour l'introduction dans nos contenus de formations de compétences spécifiques au BIM qui vont renforcer les compétences décrites dans le référentiel.

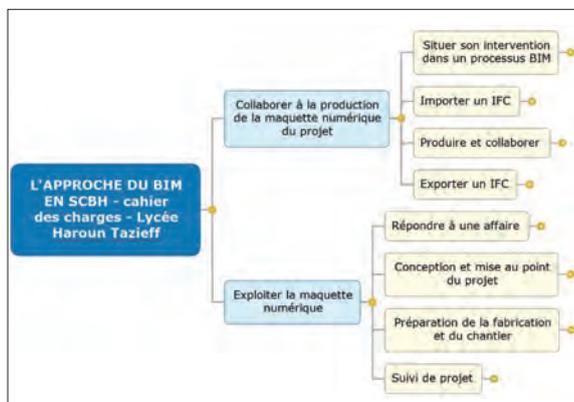
Trois ans nous semble une durée raisonnable par rapport à la diversité des contenus techniques à aborder. Toutefois, il sera nécessaire de ne pas oublier que

le BIM est un outil qui ne modifie pas le fond technologique de nos métiers et que les évolutions des possibilités numériques du BIM sont très rapides. Cela supposera que notre stratégie soit réajustée dans une logique « agile ».

Nous distinguerons globalement les deux directions suivantes 5 :

- collaborer à la production de la maquette numérique ;
- exploiter la maquette numérique.

Nous expliciterons ci-dessous, compétence par compétence :



5 Proposition d'approche du BIM en BTS SCBH

- la nature de la compétence spécifique ;
- le niveau d'appropriation des enseignants (il sera considéré comme atteint si au moins un des enseignants de l'équipe possède la compétence) ;
- l'insertion dans la formation ;
- éventuellement, les fonctionnalités ou outils numériques utilisés.

Nous débuterons par l'aspect le plus complexe : la collaboration à la production de la maquette numérique. Dans notre sujet, le mot collaboration ne correspond pas à un échange plus ou moins informel entre collègues qui partagent les mêmes préoccupations pédagogiques. La figure 6 structure les aspects de cette collaboration.

› Situer son intervention dans un processus BIM

Nature de la compétence

Il s'agit essentiellement de repérer les contraintes à respecter (caractéristiques IFC, livrables, niveaux attendus par livrable, délais...). Pour se familiariser avec ce qu'est une charte BIM, le lien ci-après montre un exemple : <https://ressourceslm.union-habitat.org/ush/Dossiers/Dossier+Maquette+num%C3%A9rique+++BIM>

Niveau d'appropriation des enseignants

Convenable.

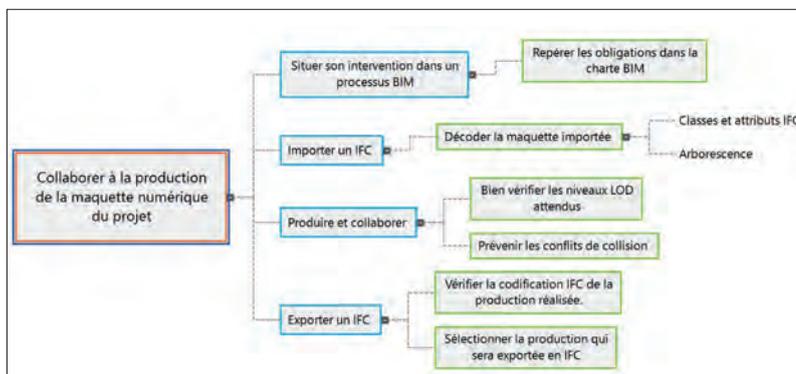
Insertion dans la formation

Néant. L'idée sera de produire une trame dans laquelle l'étudiant portera les points clés de la charte, comme par exemple : les étapes d'intervention de l'entreprise bois, les niveaux de détails attendus, le planning et le format des livrables.

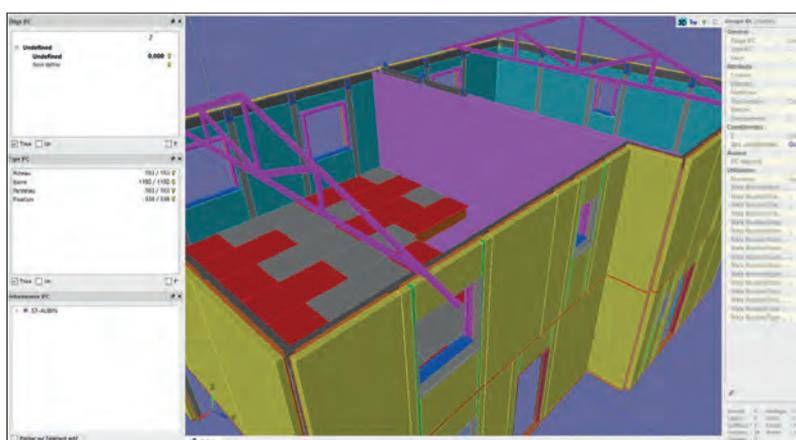
› Importer un IFC

Nature de la compétence

Reconnaître et identifier les caractéristiques IFC des maquettes numériques : arborescence, typologie, attributs...



6 Les aspects de la collaboration à la production de la maquette numérique



7 Interface d'import IFC Lexocad

Niveau d'appropriation des enseignants

Partiel. Les importations automatisées sont de fait maîtrisées, mais l'analyse de l'import est encore très parcellaire. De plus, la plupart des maquettes échangées hors d'un vrai programme BIM sont des maquettes de format IFC dont le contenu n'est pas organisé d'une manière attendue par la collaboration BIM.

Insertion dans la formation

Oui, très partiellement et sans analyse, comme pour l'utilisation d'objets BIM de base de données ou bien pour l'échange de fichiers du métier.

Outil numérique utilisé

Lexocad (Cadwork) permet un export hiérarchisé IFC BIM des productions. Par contre, l'import est tributaire du logiciel qui a produit l'IFC et peut être donc soumis à la nécessité de modifier les attributions IFC pour être conforme à la charte 7.

› Produire et collaborer

Nature de la compétence

La partie « production » sera certainement la plus facile à adapter. La DAO 3D fait partie depuis longtemps de la formation. Toutefois, l'adaptation consistera à produire :

- avec le bon niveau d'information attendu (LOD), voir 2 ;
- en prévenant les conflits avec les travaux des autres intervenants.

Niveau d'appropriation des enseignants

Très convenable pour la partie 3D et peu développé pour les niveaux de détails. Pour la prévention des conflits, il s'agira de savoir prendre en compte des interfaces avec les autres travaux. On peut imaginer, mais uniquement en milieu scolaire, la possibilité de lire les conflits avec un intégrateur de type Navisworks.

Insertion dans la formation

Oui pour la partie 3D classique. Néant pour les niveaux de détails et la prévention des conflits avec une approche numérique. L'insertion des objets issus de catalogue est balbutiante, mais constitue une première approche de la prévention des conflits.

Outil numérique utilisé

La chaîne Lexocad ↔ Cadwork ↔ Lexocad est cohérente pour la production avec le niveau de détail *ad hoc*. Cadwork produit en natif du LOD 400 ou 500. Ce qui est dessiné est produit. On pourra adapter le niveau de la manière suivante :

- LOD 200 avec modélisation finalisée des profilés, mais sans modélisation des assemblages ;
- LOD 300 avec modélisation finalisée des profilés et des axes des assemblages ;
- LOD 400 avec modélisation finalisée des profilés et modélisation réelle des assemblages.

Les LOD sont illustrés en 2.

› Exporter un IFC

Nature de la compétence

Sélectionner les parties produites à exporter. Il semble recommandé d'exporter vers le management BIM uniquement la partie produite. L'intégration des productions des différents intervenants sera ainsi facilitée.

Niveau d'appropriation des enseignants

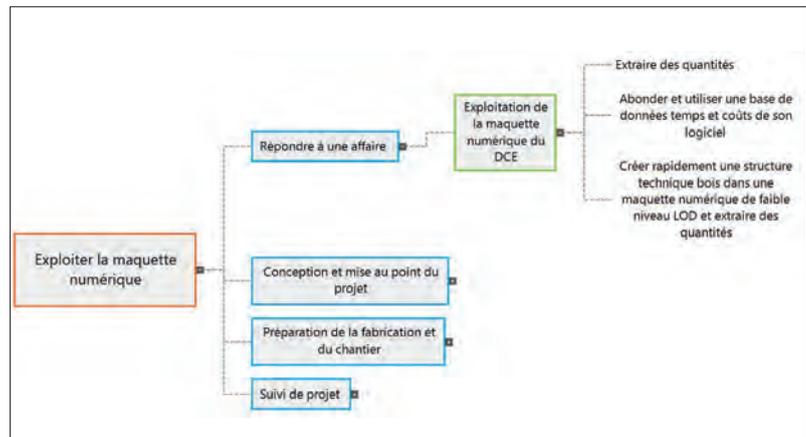
La compétence est peu complexe à condition que la production sur la maquette soit bien organisée. On insistera sur la vérification des codifications IFC, c'est-à-dire que la pièce produite possède la codification IFC pertinente. C'est un enjeu important de la bonne lecture globale de la maquette.

Insertion dans la formation

Néant. Il est évident que l'import et l'export d'IFC ne peut se comprendre que dans le cadre d'un projet collaboratif entre sections BTS de spécialités différentes.

Outil numérique utilisé

Lexocad (Cadwork) permet un export hiérarchisé IFC BIM des productions.



8 Cas usuels d'exploitation de la maquette numérique pour les marchés de la construction bois : partie réponse à une affaire

La deuxième partie est plus digeste. Il s'agit d'exploiter la maquette numérique. Toutefois, notre action devra être guidée uniquement par l'utilité et non par le possible. L'utile est décrit dans les cas d'usage du BIM 11 ; nous nous y référerons en permanence. Les figures 8, 10 et 13 illustrent les points principaux d'exploitation de la maquette numérique dans le cas des marchés de la construction bois.

› Répondre à une affaire 8

Nature de la compétence

Les lectures des CCTP sont fastidieuses et parfois aléatoires. L'extraction des quantités de la maquette numérique représente une évolution notable. De nombreuses entreprises évaluent cet apport.

Il semble qu'il ne faille pas se limiter aux quantités, les coûts et les temps sont des attributs supplémentaires qu'il conviendra de développer en mettant à jour les attributs du logiciel.

La création rapide du contenu technique, par exemple d'une enveloppe, permet rapidement d'obtenir des quantités.

Niveau d'appropriation des enseignants

En cours d'appropriation. L'utilisation de Lexocad BIM permet d'extraire des quantités. Le renseignement des bases de données n'est pas abordé.

Insertion dans la formation

En cours d'intégration à la formation 9.

Outil numérique utilisé

Lexocad (Cadwork).

› Conception et mise au point : intégrer et créer des objets BIM 10

Nature de la compétence

a) Intégration d'objets BIM. De nombreux fabricants commencent à proposer leurs composants

sous forme d'objets BIM dans des formats exploitables par les logiciels. On citera Bimobject, Polantis, Bimcatalogs....

b) Création d'objets BIM. Il s'agit d'enregistrer les objets BIM créés lors d'un projet pour une utilisation ultérieure dans un autre projet.

Niveau d'appropriation des enseignants
Convenable.

Insertion dans la formation

Pratiquée pour a) et non abordée pour b).

Outil numérique utilisé

Lexocad (Cadwork) permet la création d'un catalogue BIM. L'interface de choix standard des composants devient une interface utilisateur personnalisée **11**. Un tutoriel vidéo permet d'acquérir la procédure : <https://www.youtube.com/watch?v=lgeSGALbzes>

➤ **Conception et mise au point : transférer la maquette numérique vers un logiciel d'études techniques**

Nature de la compétence

Si l'export vers un logiciel thermique ou mécanique ne pose pas de problème particulier, il nous semble toutefois que la préparation sur le logiciel thermique ou sur le logiciel de calcul soit encore laborieuse. Par exemple, pour effectuer un calcul mécanique, il faut avoir les lignes d'épure convenablement identifiées. Pour l'instant, la vérification de l'épure importée représente plus de temps que la création *ex nihilo* d'une épure directement sur le logiciel. Toutefois, les évolutions des interfaces entre logiciels sont très rapides et notre remarque deviendra certainement caduque à terme.

Niveau d'appropriation des enseignants
Sous surveillance.

Insertion dans la formation

Non abordée.

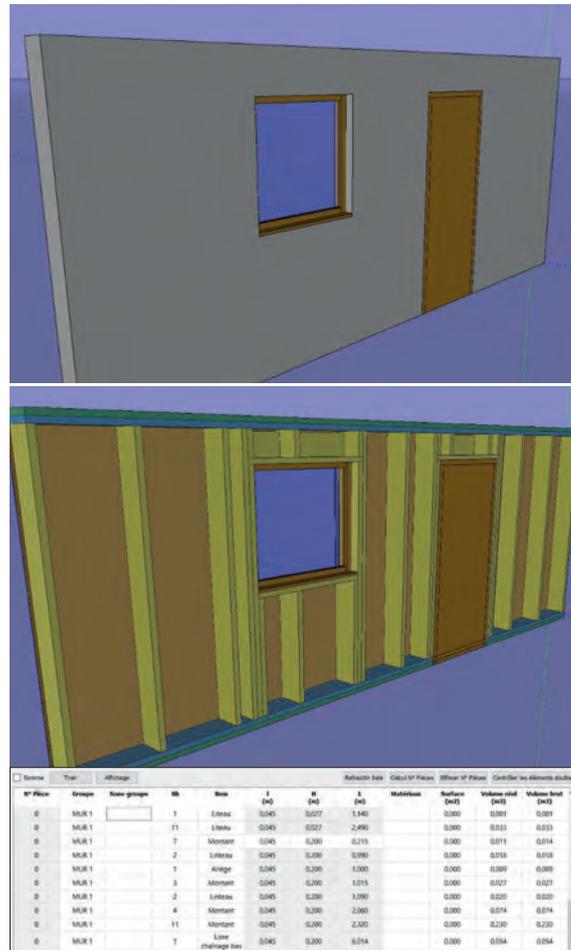
Outil numérique utilisé

Lexocad (Cadwork), Mdbat, Acord bat.

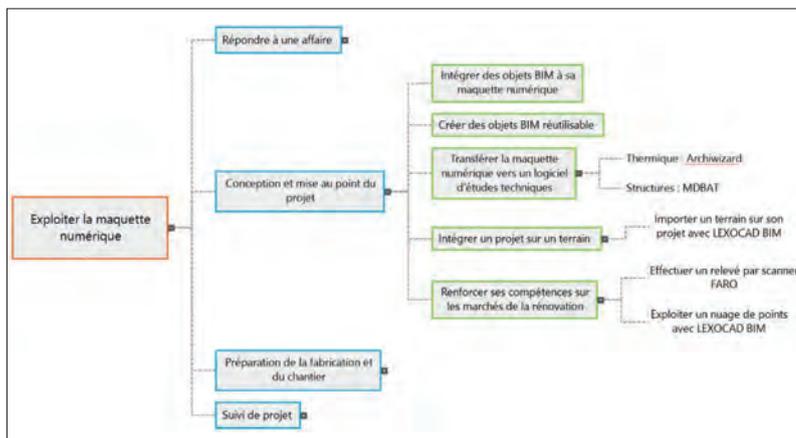
➤ **Conception et mise au point : intégrer un projet sur un terrain**

Nature de la compétence

La possibilité d'intégrer un terrain à la maquette numérique est réalisée en amont de la phase réalisation. Toutefois, si ce n'est pas le cas, intégrer un terrain via Google est aisé. Même si l'utilité n'est pas majeure pour la conception des structures bois, l'importation du terrain et son environnement immédiat sera très utile pour la préparation du chantier et la réalisation du PIC (plan d'installation de chantier).



9 Une enveloppe BIM peu renseignée, traitée en moins d'une minute avec des quantités extraites



10 Cas usuels d'exploitation de la maquette numérique pour les marchés de la construction bois : partie conception et mise au point du projet

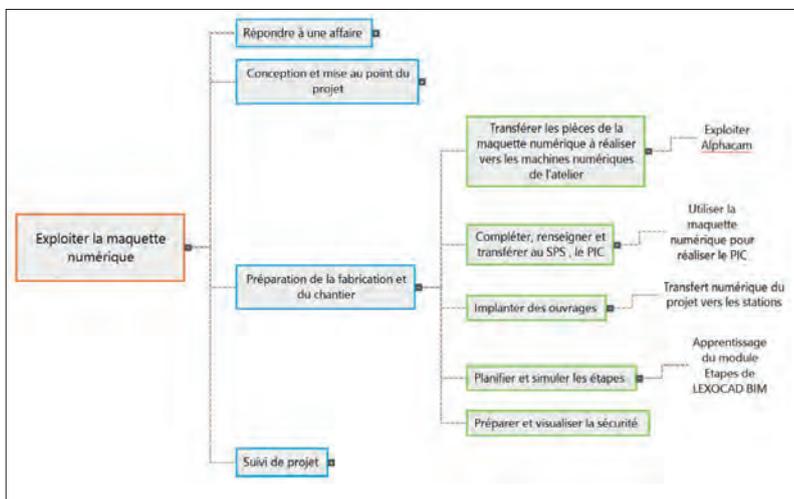


11 Interface utilisateur



© Cadwork Conception

12 Nuage de points pour une réalisation d'une ITE ; on construira directement sur le nuage la solution ITE prévue



13 Cas usuels d'exploitation de la maquette numérique pour les marchés de la construction bois : partie préparation de la fabrication et du chantier

Niveau d'appropriation des enseignants
Convenable.

Insertion dans la formation
Abordée.

Outil numérique utilisé

Lexocad (Cadwork). Un tutoriel vidéo permet d'acquérir la compétence : <https://www.youtube.com/watch?v=okb5QeEZ4e8>

› **Conception et mise au point : renforcer ses compétences sur les marchés de la rénovation**

Nature de la compétence

La numérisation 3D des constructions devient courante. Elle permet la réalisation d'un nuage de points exploitable. L'utilisation visée est l'implantation d'ouvrages sur un existant neuf ou en rénovation dont on n'a pas la géométrie.

La compétence se décline par :

- la réalisation de scans (organisation des prises de scans, placement de cibles...)
- l'assemblage des scans sur le logiciel Scène et la réalisation du nuage de points ;
- l'exploitation du nuage de points sur le logiciel Lexocad (Cadwork) **12**.

Niveau d'appropriation des enseignants
Convenable.

Insertion dans la formation
Non abordée.

Outil numérique utilisé

Scanner 3D Faro, Scène, Lexocad (Cadwork).

› **Préparation, fabrication et chantier : transférer les pièces de la maquette numérique à réaliser vers les machines numériques de l'atelier**

Nature de la compétence

- a) Visualiser et valider les usinages des pièces dessinées par le technicien du bureau d'études avant l'envoi sur le centre d'usinage.
- b) Coder l'usinage des pièces issues de la DAO (exemples : Cadwork, Sema, Topsolid, Autocad...).
- c) Coder pour le centre d'usinage Homag pour les fichiers BTL (format d'échange entre le dessin et la machine).

Niveau d'appropriation des enseignants
En cours.

Insertion dans la formation
Abordée très partiellement.

Outil numérique utilisé
Cadwork, Alphacam.

› **Préparation, fabrication et chantier : compléter et transférer au SPS le PIC – planification 4D – préparation sécurité**

Nature de la compétence

- a) PIC, plan d'installation de chantier. La maquette numérique de la construction + le terrain + l'incorporation des objets (levage, sécurité) permet de visualiser l'occupation du chantier aux différentes étapes en identifiant en 3D les zones de stockage, d'assemblage, de circulation, de manœuvre **14**.
- b) Planification 4D. Les objets de la maquette numérique peuvent être organisés en étapes de montage et ainsi faire apparaître un scénario de déroulement de chantier et une évaluation des temps.
- c) L'implantation des objets spécifiques à la sécurité (garde-corps, échafaudages, filets...) permet de préparer les quantitatifs sécurité, de finaliser le PPSPS et de faire visualiser les situations de risques aux équipes.

Le BIM bouleverse les habitudes des entreprises, il en va de même dans la formation

Niveau d'appropriation des enseignants

En cours.

Insertion dans la formation

a) abordée partiellement ; b) non abordée ; c) non abordée.

Outil numérique utilisé

Cadwork, Lexocad.

La formation à la sécurité est un de nos enjeux de formation. La maquette numérique permet, nous l'avons vu ci-dessus, de préparer et de visualiser la sécurité d'un chantier étudié en cours. Toutefois, cela ne nous semble pas suffisant pour créer de manière durable les réflexes et comportements sécurité.

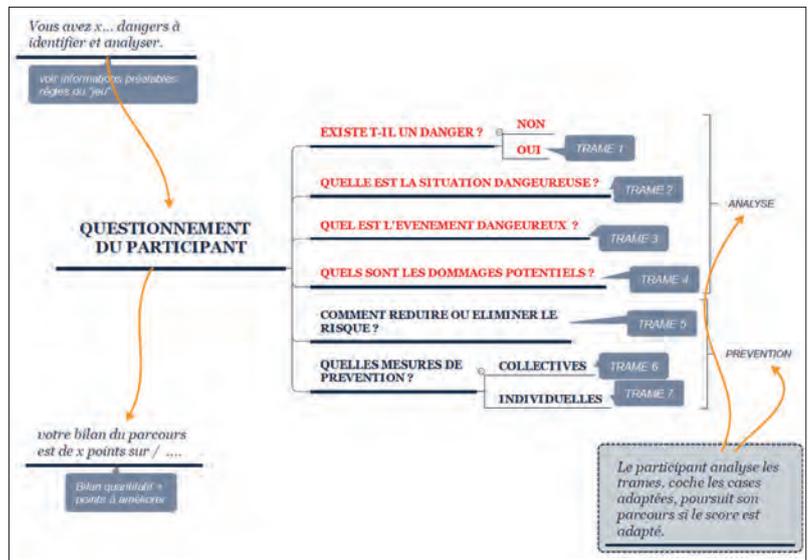
Pour répondre à ce besoin, nous développons (lycée Haroun-Tazieff – PFT Aquitaine bois) un produit de formation à la sécurité sur les chantiers par la réalité virtuelle, la modélisation de la maquette numérique et une démarche de type *serious game*. Le principe est un parcours en réalité virtuelle d'identification de situations de danger avec une évaluation des réponses qui donnent un score de performance sécurité au participant [15] [16]. Un prochain article décrira précisément ce projet.

Conclusion

Si le potentiel du BIM semble évident, son arrivée bouleverse les habitudes des entreprises et soulève de nouveaux problèmes (propriétés des données, responsabilités...). Il en va de même dans la formation avec des problèmes spécifiques à nos métiers de formateurs. Un outil numérique aussi perfectionné soit-il ne peut être efficace que si l'apprenant emmagasine non pas une recette mais une méthodologie qui répond à un besoin parfaitement identifié et un objectif clairement énoncé. N'oublions pas la phrase d'Albert Einstein : « La perfection des moyens et la confusion des objectifs semblent caractériser notre époque. » ■



14 Exemple de préparation chantier 3D « Domolandes SCBH2 »



16 Méthode d'analyse d'un danger issue des méthodes préconisée par l'INRS



15 Scène de chantier perçue avec un casque Oculus.



© Oculus