

# Le boom du BIM en BTS Bâtiment

THOMAS DROUYNOT\*

*La maquette numérique couplée à la démarche BIM révolutionne le secteur du BTP dans les processus de conception et de réalisation des chantiers. La connaissance de ces nouveaux concepts est un enjeu pour les étudiants de BTS Bâtiment afin de les préparer à intégrer sereinement le monde professionnel.*

Le BTS Bâtiment vise à la formation de professionnels polyvalents destinés à exercer dans les domaines du gros œuvre et du second œuvre du bâtiment, depuis la conception de solutions techniques jusqu'à la réception des ouvrages. Selon la taille de l'entreprise, le titulaire du brevet de technicien supérieur bâtiment exerce tout ou partie de ses activités en bureau d'études, dans un service méthodes d'entreprise ou sur chantier.

## Conception de solutions

Dans un bureau d'études techniques ou de maîtrise d'œuvre, le titulaire d'un BTS Bâtiment peut occuper des fonctions de dessinateur-projeteur et procéder au dimensionnement des ouvrages après quelques années d'expérience. En plus de connaissances techniques, il doit donc maîtriser l'utilisation de l'informatique à des fins de conception de solutions. Ceci se traduit par quatre grandes étapes : la modélisation de la structure telle que définie dans le dossier de l'architecte, la structuration du bâtiment, le dimensionnement des ouvrages et la production des plans destinés au chantier.

La modélisation de la structure du bâtiment se fait sur un logiciel BIM, soit par extraction depuis la maquette numérique de l'architecte des éléments porteurs du bâtiment, soit en les modélisant à partir de fonds de plans d'architecte. On obtient ainsi l'ossature porteuse du bâtiment telle qu'elle a été imaginée par l'architecte. Le travail sur une maquette en 3D facilite la compréhension du projet par l'ensemble des intervenants.

La structuration du bâtiment consiste à analyser l'ossature porteuse précédemment définie et les possibilités de transfert des charges entre les éléments qui la constitue. Ce travail conduit le technicien à

## MOTS-CLÉS

architecture  
et construction,  
post-bac

arrêter une structure porteuse (poutres, poutres relevées, renforts noyés dans les dalles, voiles fléchis...) cohérente en fonction notamment de contraintes techniques et des possibilités liées au projet. Le processus BIM facilite la communication entre le bureau d'études et l'architecte afin de valider les solutions techniques proposées.

Vient ensuite la phase du dimensionnement des éléments de la structure porteuse du projet par l'utilisation de logiciels spécifiques de calculs des structures. Ces logiciels sont développés pour travailler en BIM en permettant le transfert de tout ou partie de la structure porteuse, de procéder ensuite au dimensionnement des différents éléments en fonction des charges appliquées et d'intégrer les modifications à la maquette de départ. Limiter la ressaisie successive d'informations entre les logiciels permet de gagner du temps et d'envisager plusieurs solutions dans un souci d'optimisation.

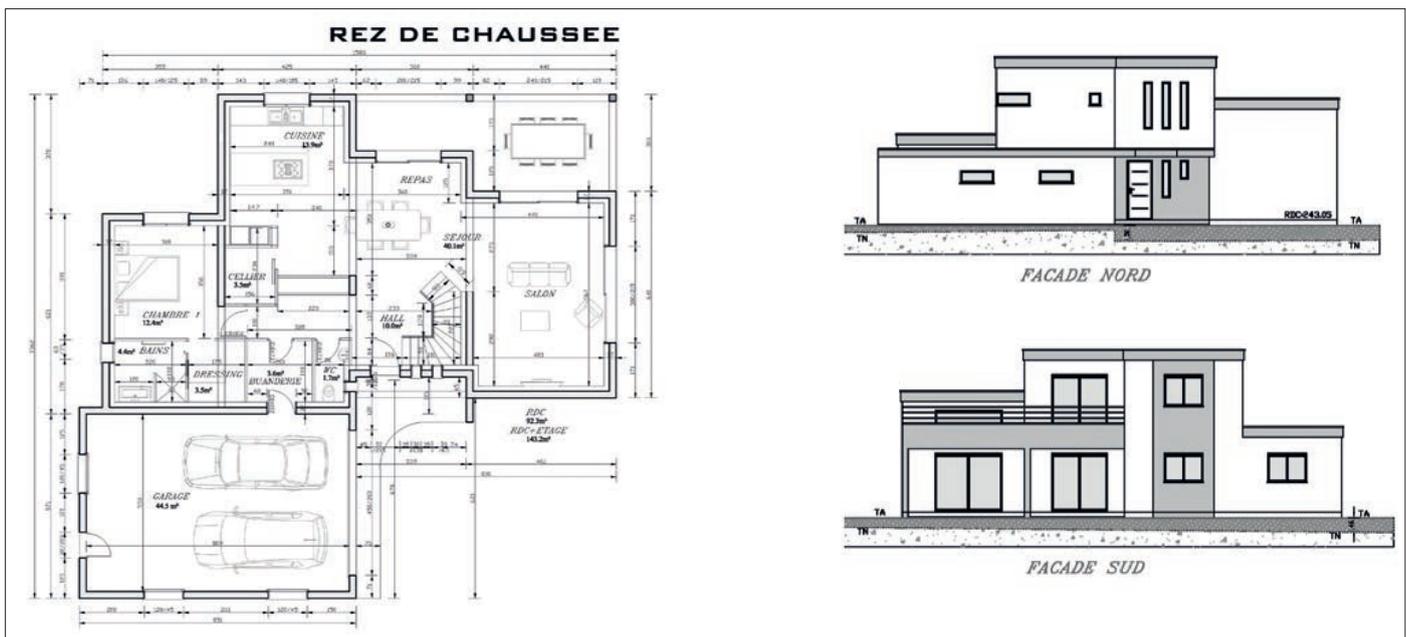
Une fois tous les ouvrages dimensionnés, il reste à établir les différents plans à destination du chantier pour la réalisation des ouvrages. Ils sont générés directement à partir de la maquette numérique par l'utilisation des logiciels BIM, assurant ainsi une fiabilité et une cohérence des données. Si une modification intervient sur un élément de la maquette numérique, elle sera prise en compte sur tous les plans et documents du projet où cet élément apparaît.

## Réalisation du chantier

Au sein d'entreprises artisanales ou de PME, le titulaire d'un BTS Bâtiment peut exercer de façon autonome des activités concernant à la fois la préparation, l'organisation et le suivi des chantiers. Ces activités peuvent l'amener à occuper les fonctions de chef de chantier, de conducteur de travaux, voire de responsable de projets. Dans les grandes entreprises, il est plus spécialisé et travaille au bureau des méthodes, en conduite de travaux, ou sur chantier, sous l'autorité d'un supérieur hiérarchique.

Afin de pouvoir occuper ces différents postes, les étudiants des sections de TS Bâtiment doivent apprendre les principes d'organisation et de préparation des chantiers afin d'optimiser l'utilisation du

\* Enseignant au lycée des Marcs d'or à Dijon (21).



1 Plans d'architecte du rez-de-chaussée et de deux élévations en façade (Autocad)

matériel, de déterminer les besoins en main-d'œuvre, tout en respectant les dispositifs de sécurité et les délais imposés pour le projet.

Lors de la préparation des chantiers, le BIM permet de générer rapidement des métrés et des quantitatifs précis afin de connaître les quantités d'ouvrages (surfaces de plancher, linéaires de voiles...) à construire et les besoins en matériaux.

L'extraction d'informations du modèle couplée aux possibilités de personnalisation offertes par les logiciels en créant des paramètres et en les affectant aux composants de la maquette permet de nombreuses applications : définir une organisation générale du chantier, estimer le nombre de grues à implanter, valider des choix techniques sur la réalisation des ouvrages, préparer l'élaboration du planning de la construction...

Tous ces choix et réflexions vont se traduire sous la forme de différents plans ou vues 3D : plan d'installation de chantier, modes constructifs, plan d'étalement, cycles de réalisation, planning...

Le plan d'installation de chantier a pour objectif d'optimiser l'organisation du chantier dans son

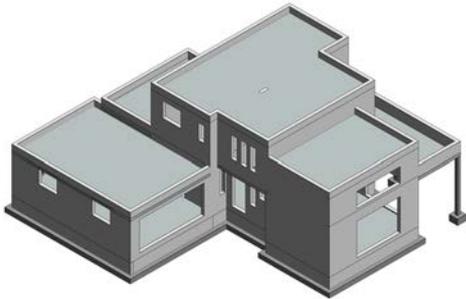
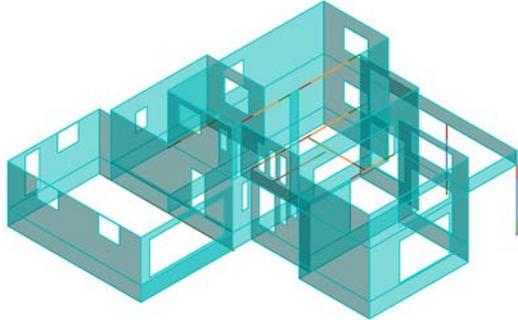
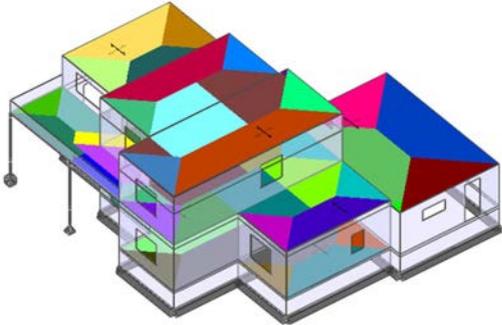
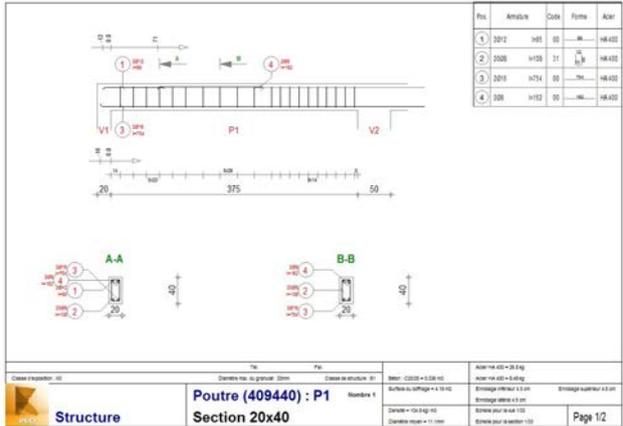
espace en définissant les différentes zones de travail, les accès, la base vie, les aires de stockages...

Les ouvrages peuvent souvent être réalisés avec différents modes constructifs qui auront chacun leurs avantages et inconvénients. Le plan de repérage permet de vérifier qu'à chaque ouvrage un mode constructif a été associé ainsi que la cohérence de l'ensemble.

Les plans de cycles de réalisation permettent d'organiser la production jour par jour au travers de rotations de matériels de coffrages pour les voiles et les dalles. Ceci permet de minimiser la quantité de matériel nécessaire, de linéariser la charge de travail pour les compagnons et d'anticiper les problèmes techniques liés à l'exécution.

### Organisation de la formation

L'acquisition par les étudiants des compétences et des savoirs nécessaires au développement des activités professionnelles liées à la conception des ouvrages ou à la réalisation des chantiers constitue une part importante des deux années de formation. Cela se fait partiellement par l'intermédiaire de cours et travaux

<p><b>Étape 1</b></p> <p>Modélisation structurelle du pavillon à partir des documents du dossier. Seuls les éléments porteurs sont représentés.</p> 	<p><b>Étape 2</b></p> <p>Modèle analytique associé qui sera utilisé dans les logiciels de calculs de structures.</p> 																									
<p><b>Étape 3</b></p> <p>Répartition des surfaces d'influence des dalles pour déterminer les charges reprises par les voiles et les poutres.</p> 	<p><b>Étape 4</b></p> <p>Export du modèle analytique dans le logiciel de calcul et dimensionnement des éléments (ferrailage d'une poutre en béton armé) à partir des charges reprises par l'élément. Mise à jour éventuelle de la maquette structure si des modifications sont nécessaires dans les sections des éléments.</p>  <table border="1" data-bbox="1333 952 1487 1060"> <thead> <tr> <th>Ref.</th> <th>Arrière</th> <th>Châssis</th> <th>Forme</th> <th>Altitude</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>20x12</td> <td>H65</td> <td>00</td> <td>+8.000</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20x20</td> <td>H150</td> <td>11</td> <td>+8.000</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20x10</td> <td>H75</td> <td>00</td> <td>+8.000</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>20x</td> <td>H150</td> <td>00</td> <td>+8.000</td> </tr> </tbody> </table>	Ref.	Arrière	Châssis	Forme	Altitude	1	20x12	H65	00	+8.000	2	20x20	H150	11	+8.000	3	20x10	H75	00	+8.000	4	20x	H150	00	+8.000
Ref.	Arrière	Châssis	Forme	Altitude																						
1	20x12	H65	00	+8.000																						
2	20x20	H150	11	+8.000																						
3	20x10	H75	00	+8.000																						
4	20x	H150	00	+8.000																						

**2** Processus d'élaboration de la maquette de structure avec le dimensionnement des éléments (Autodesk Revit et Robot Structural Analysis)

dirigés, mais aussi sous la forme de séances de projets à raison d'une journée par semaine pendant les deux années du cursus. Au cours de ces séances de projet, les étudiants sont souvent amenés à travailler en groupe et les supports utilisés correspondent à des études de cas réels de complexité croissante au fur et à mesure de la formation. L'objectif étant de se mettre à la place du bureau d'étude structure dans le cadre de la mise au point de solutions techniques, du dimensionnement d'ouvrages et à la place du bureau des méthodes de l'entreprise de gros œuvre pour la partie réalisation du chantier.

À l'examen, la validation de ces compétences se fait par l'intermédiaire de deux épreuves ponctuelles orales. Les candidats présentent les études qu'ils ont conduites pendant une formation de quatre semaines à partir d'un dossier technique réel commun à un groupe de trois ou quatre candidats. Les questionnements sont composés de parties individuelles et de parties collectives au groupe.

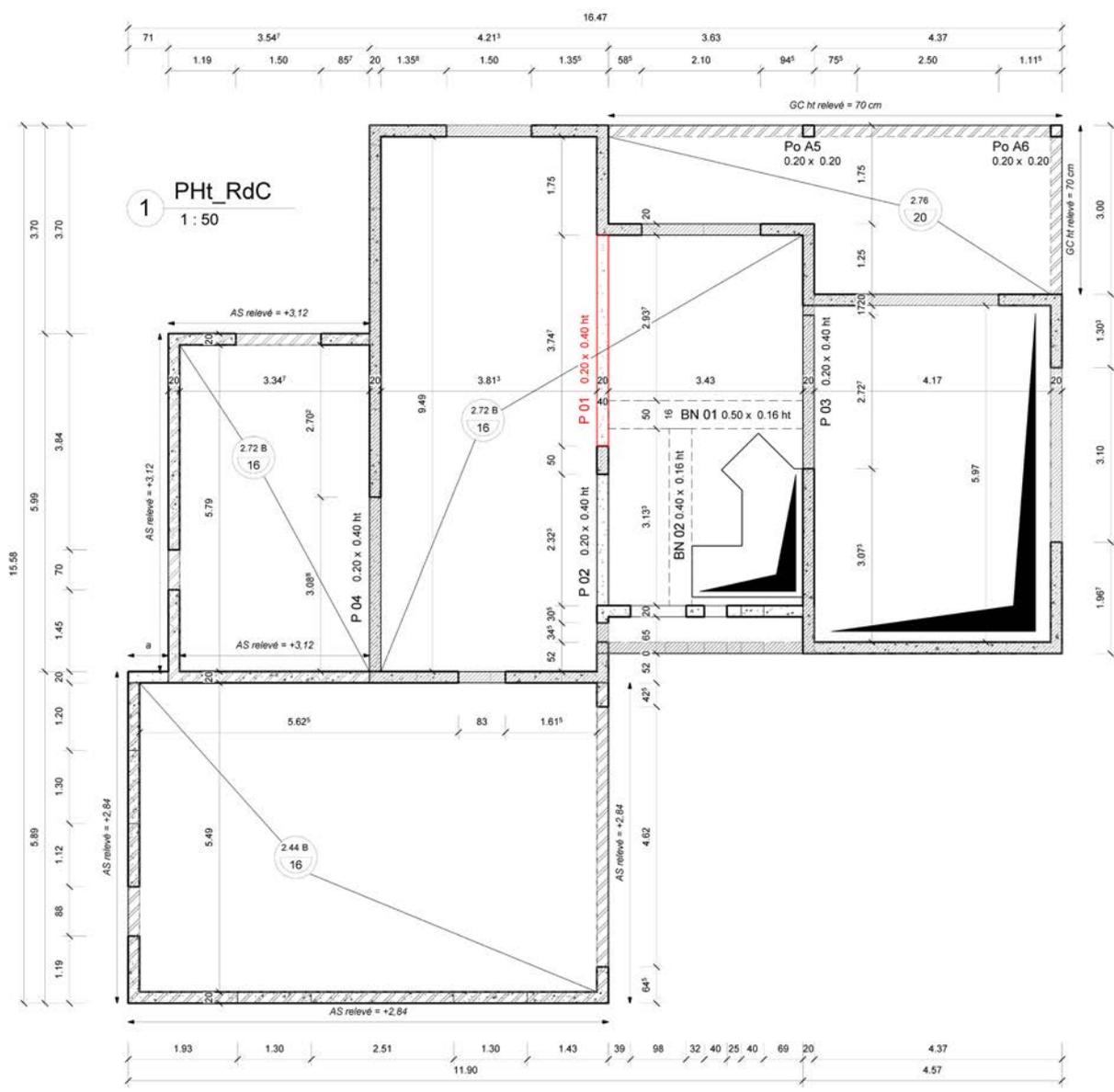
## Exemples d'études techniques en formation

### Conception d'ouvrages du bâtiment

À partir des plans d'un support d'étude **1** concernant un projet de pavillon individuel, les élèves modélisent la structure, puis progressivement dimensionnent une poutre en béton armé et réalisent les plans d'exécution **2**.

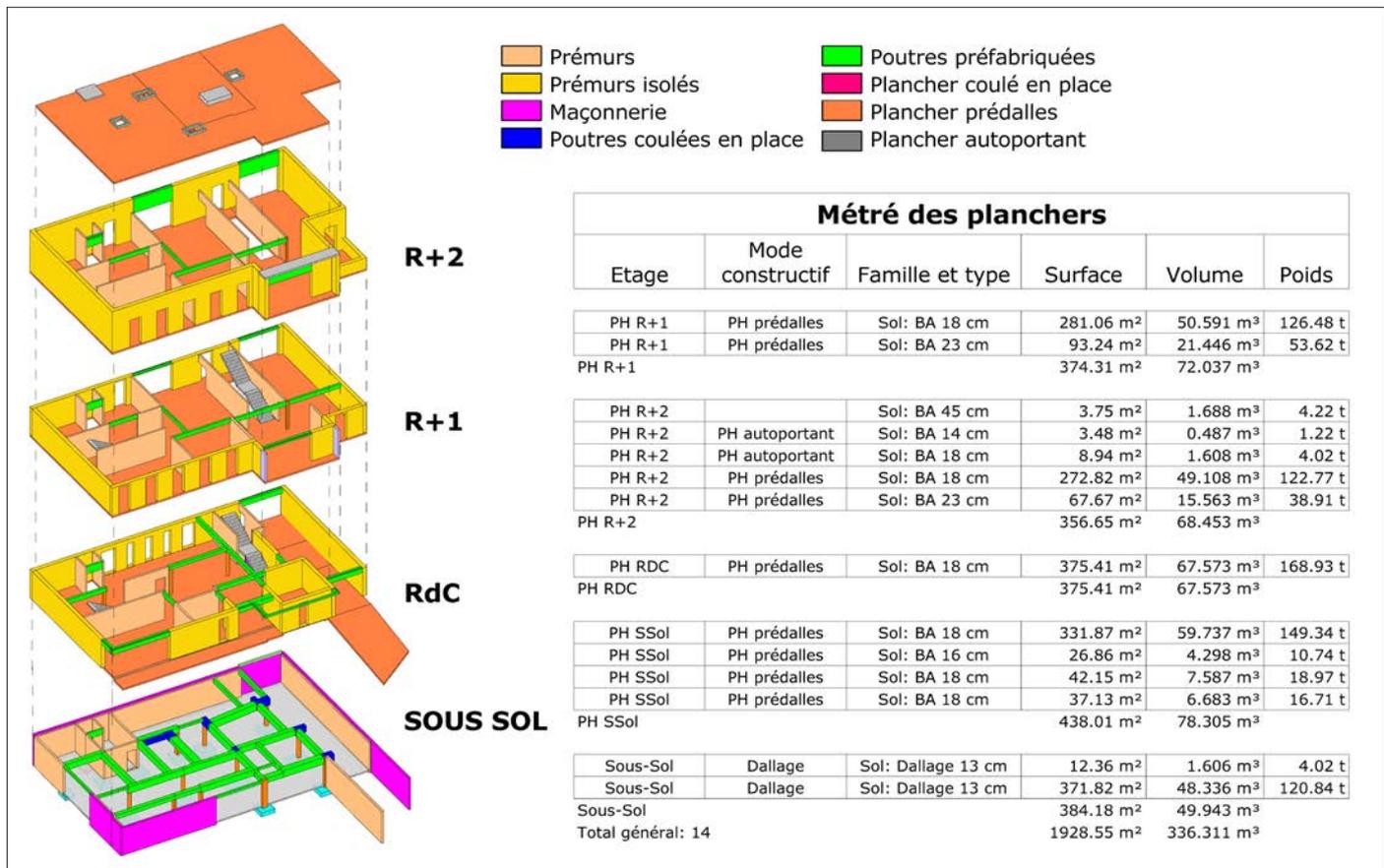
Lorsque tous les éléments de la structure sont dimensionnés, les étudiants réalisent les plans de coffrage qui seront remis aux compagnons de l'entreprise de gros œuvre pour l'exécution des ouvrages. Ces plans récapitulent toutes les informations nécessaires à leur réalisation.

Avec les logiciels BIM, ces plans d'exécution sont générés à partir de la maquette structure. Les annotations sont automatiques et liées aux composants du modèle. Par exemple, un changement de section pour une poutre sera automatiquement répercuté dans son étiquette d'identification sur le plan et



Nomenclature poutres et BN						
Identifiant	Longueur	Largeur	Hauteur	Volume	Ratio Armatures	Masse acier (kg)
BN 01	3,43	0,50	0,16	0,275 m <sup>2</sup>	90	24,726
BN 02	3,13	0,40	0,16	0,200 m <sup>2</sup>	90	18,045
P 01	3,74	0,20	0,40	0,180 m <sup>2</sup>	120	21,542
P 02	2,32	0,20	0,40	0,111 m <sup>2</sup>	120	13,363
P 03	2,72	0,20	0,40	0,131 m <sup>2</sup>	120	15,667
P 04	3,08	0,20	0,40	0,148 m <sup>2</sup>	120	17,741
				1,045 m <sup>2</sup>		111,084

3 Les données sont automatiquement liées aux composants du modèle (Autodesk Revit)



4 Modes constructifs (Autodesk Revit)

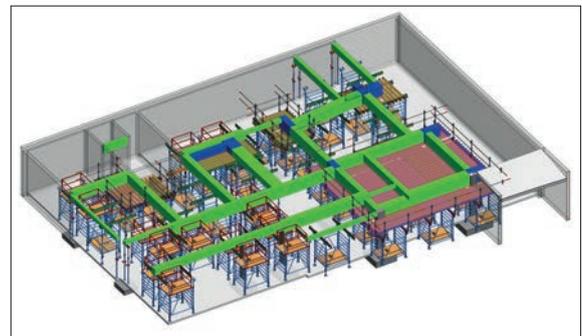
dans le tableau récapitulatif des poutres. Exemple, sur le plan 3, on retrouve en couleur rouge la poutre dimensionnée lors de l'étape 4 2.

**Préparation et organisation de chantier**

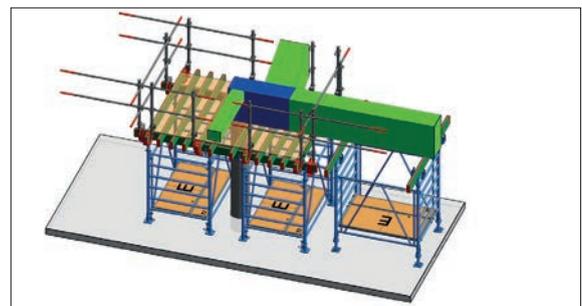
Dans le cadre de l'étude de la réalisation d'un projet, les étudiants sont amenés à faire des choix justifiés au niveau des modes constructifs retenus pour l'exécution des ouvrages en fonction des délais, de contraintes de site, de contraintes techniques... Cette étape est un préalable incontournable afin d'envisager l'organisation du chantier et de prévoir son déroulement. L'utilisation de la maquette numérique permet d'extraire rapidement et de manière fiable des quantités par type d'ouvrage, par niveau et par mode constructif 4.

Connaissant les différents modes constructifs, on peut ensuite s'intéresser à l'exécution des ouvrages plus en détail et déterminer des modes opératoires, des phasages et des besoins en matériels. Sur l'exemple 5 6, le choix des modes constructifs pour le niveau du sous-sol a conduit à retenir des poutres préfabriquées et des poutres coulées en place. L'étude de l'étalement de ces poutres permet d'en préciser l'exécution en intégrant les postes de travail sécurisés pour les compagnons.

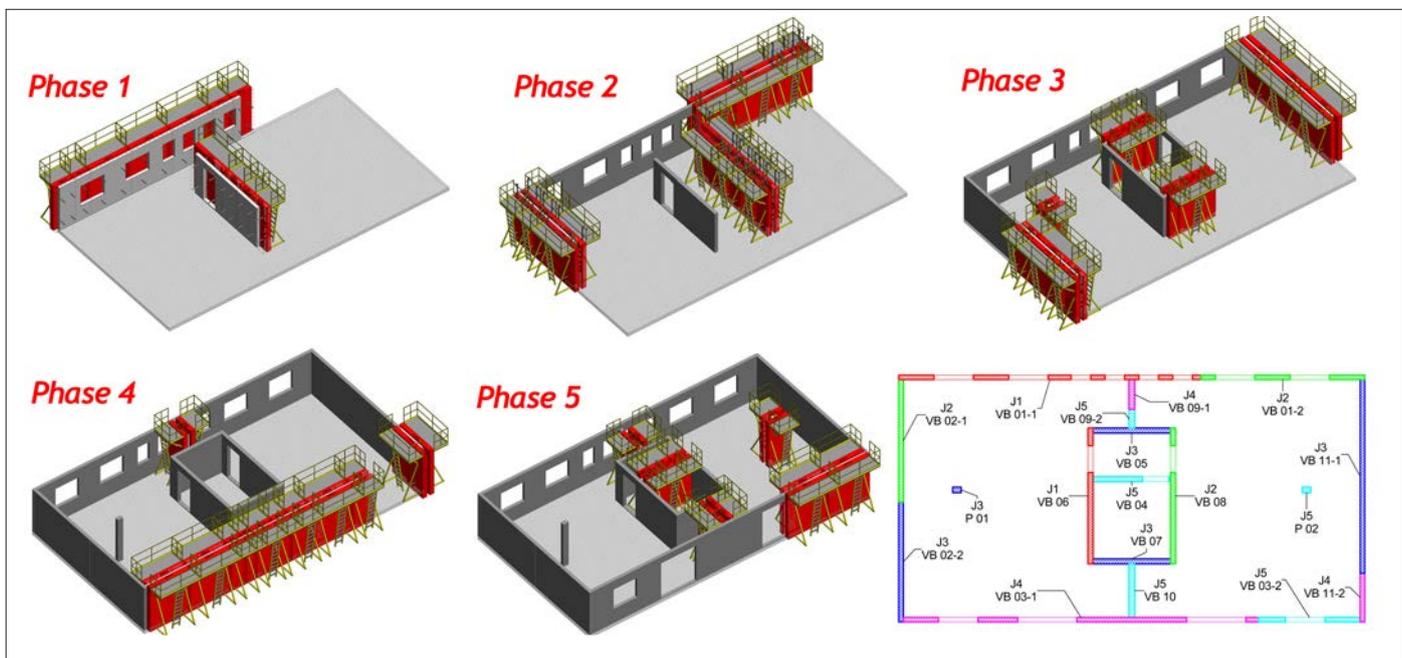
*La maquette permet une extraction de données rapide et fiable*



5 Vue 3D générale de l'étalement des poutres du sous-sol (Autodesk Revit)



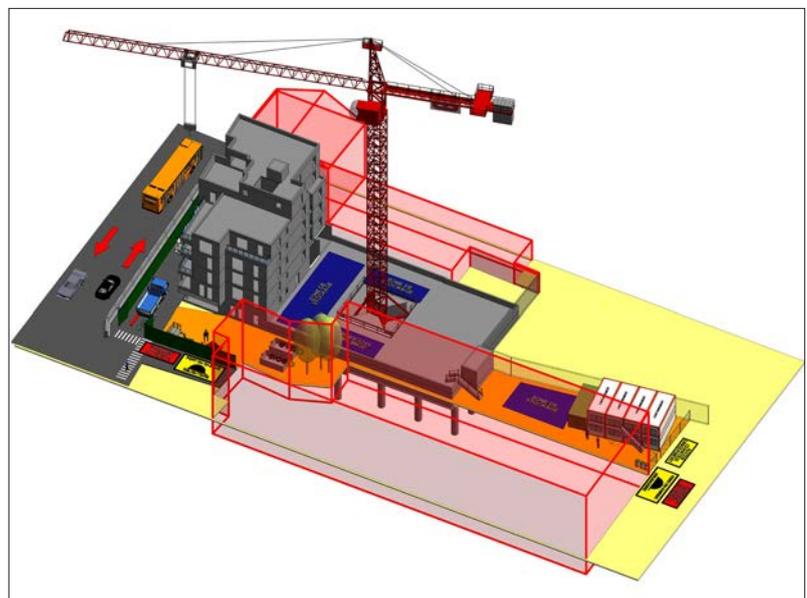
6 Détail sur un platelage pour la réalisation du nœud de poutres coulé en place (tours d'étalement, poutrelles, garde-corps...) (Autodesk Revit)



7 Phasages journaliers de réalisation des ouvrages (Autodesk Revit)

L'utilisation de la maquette numérique et des capacités de visualisation offertes par les logiciels facilitent la compréhension des phasages journaliers de réalisation des ouvrages 7 en décelant notamment des conflits physiques entre les matériels de coffrage utilisés. Des extractions d'informations depuis le modèle permettent de récupérer les besoins journaliers en béton et de vérifier le taux d'utilisation des coffrages sur la durée du cycle dans un souci d'optimisation du matériel.

L'insertion de la maquette du bâtiment sur un modèle numérique simplifié du terrain 8 permet de la replacer dans son contexte et de visualiser une organisation prévisionnelle du chantier, ainsi que ses conséquences sur les modifications des circulations aux abords du projet. Cela permet également de valider des choix techniques sur les matériels de levage et sur l'utilisation des espaces en tenant compte des bâtiments existants.



8 Insertion du bâtiment sur un modèle numérique simplifié du terrain (Autodesk Revit)

### Constat actuel sur la formation

En cette période de profonde mutation du secteur professionnel du BTP, l'utilisation en formation de logiciels métiers récemment développés est un plus certain pour les étudiants de nos formations qui arrivent sur le marché de l'emploi. En effet, les entreprises seront tentées de privilégier à l'embauche un étudiant ayant une connaissance de ces outils, soit pour développer de nouvelles pratiques dans l'entreprise, soit pour faciliter son insertion dans l'entreprise si ces nouvelles pratiques sont déjà en place.

Même si les interfaces des logiciels sont de plus en plus intuitives, il n'en reste pas moins qu'il s'agit de logiciels professionnels et leur utilisation nécessite une grande rigueur de la part des étudiants pour obtenir des résultats cohérents et un investissement important des enseignants.

L'apport de la 3D facilite la compréhension des projets et la mise au point de solutions techniques, tant au niveau de la conception de solutions que pour la réalisation des ouvrages. ■