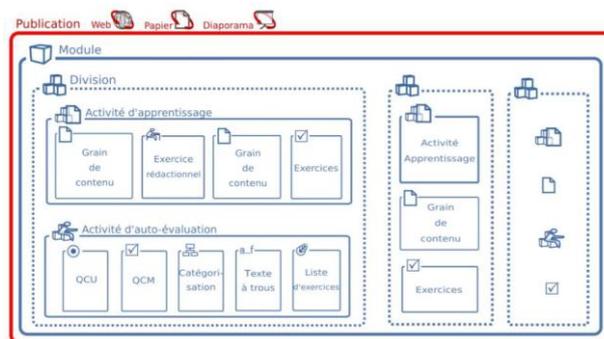


Session 3 : Outils pédagogiques

Outils et méthode pour la production collaborative de ressources pédagogiques pour l'enseignement du BIM



Les soutiens d'EduBIM 2019



Ressource publiée sur Culture Sciences de l'Ingénieur : <http://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay>

Outils et méthode pour la production collaborative de ressources pédagogiques pour l'enseignement du BIM

Bernard FERRIES¹

¹ *Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse*

83, Rue Aristide MAILLOL

BP 10629

31106 TOULOUSE Cedex 1

Résumé

Du fait du développement continu des pratiques BIM, les besoins de formation au BIM et à la maquette numérique sont massifs. Après une revue partielle de quelques enseignements dans ce domaine, nous décrivons le parcours des Ecoles Nationales Supérieures d'Architecture (ENSA) qui a conduit à la publication d'un référentiel en 2017. Il présente de nombreux points de correspondance avec le référentiel des activités et des compétences publié par le PTNB début 2019 auquel nous l'avons comparé.

Nous présentons ensuite Opale et Scenari, deux logiciels libres qui permettent la création de modules de formation et leur publication automatisée selon des supports variés. Nous illustrons les potentialités de ces outils et présentons un retour d'expérience. Cette analyse a mis en évidence une analogie éclairante entre la production de ressources pédagogiques avec ces outils et la production d'une maquette numérique par un architecte.

La dernière partie porte sur un projet en cours. Il a pour objectif la production collaborative de ressources pédagogiques pour l'enseignement du BIM et de la maquette numérique dans les ENSA.

Mots clefs

Appropriation, BIM, collaboration, maquette numérique, modularité, Opale, Pédagogie, Scenari

1. Introduction

1.1 Le contexte

La directive européenne 2014/24 du 26/2/2014 aurait permis de rendre le BIM obligatoire dans le cadre des marchés publics de travaux et les concours. Or c'est la voie de l'incitation qui a été retenue dans sa transcription française¹³ avec l'accompagnement du Plan Transition Numérique du Bâtiment sur la période 2015-2018.

En 2017, une cinquantaine d'acteurs de la filière bâtiment ont signé la charte "Objectif BIM 2022", engagement volontaire pour la construction numérique. Les pouvoirs publics soutiennent le mouvement sur la période 2019-2021 avec le plan BIM 2022¹⁴.

On constate par ailleurs une progression continue de la demande des maîtres d'ouvrages, en particulier dans les collectivités et chez les bailleurs sociaux. D'où un intérêt croissant pour le BIM chez les maîtres d'œuvre et les entreprises qui veulent être en mesure de participer à des opérations conduites selon une démarche BIM.

Selon la troisième enquête réalisée par Batiactu pour le PTNB (Batiactu 2018), 65% des 1 360 répondants estiment qu'ils n'ont pas une connaissance suffisante du BIM. On constate toutefois un progrès par rapport aux deux enquêtes précédentes et 55% des maîtres d'œuvre considèrent qu'ils ont une connaissance suffisante du BIM.

Plus de 500 formations sont disponibles début 2019 sur le site de recensement **de l'offre de formation au BIM et à la Maquette Numérique** (PTNB 2017). La publication récente d'un référentiel des activités et des compétences (PTNB 2019) aura certainement pour effet de structurer et d'élargir encore cette offre.

1.2 Etat des lieux des enseignements du BIM

Les lycées techniques ont une bonne longueur d'avance puisque l'enseignement du BIM a été introduit dès 2011. Des ressources pédagogiques sont mises à disposition des enseignants sur Eduscol¹⁵, le portail national d'informations et de ressources du Ministère de l'éducation nationale.

¹³ Décret n° 2018-1075 du 3 décembre 2018 portant partie réglementaire du code de la commande publique – Article R2132-10

¹⁴ http://www.cohesion-territoires.gouv.fr/IMG/pdf/2018.11.15_plan_bim_2022.pdf

¹⁵ <http://eduscol.education.fr/>

The screenshot shows a web page from Eduscol. At the top, there is a breadcrumb trail: 'Accueil > Ressources > Ressources pédagogiques > BIM - Réalisation d'un métré à l'aide de capture de la réalité'. The main title is 'BIM - Réalisation d'un métré à l'aide de capture de la réalité'. Below the title, it says 'publié le 06 mai 2018 par Vincent JAUSSAUD'. There are two tabs: 'Description' (selected) and 'Fichiers et liens'. The description text reads: 'Cette ressource présente la réalisation d'un métré à partir de la capture de la réalité. Elle développe et compare 3 méthodes:'. Below this, there is a bulleted list: '• Photogrammétrie Autodesk Recap 360 Pro', '• Photogrammétrie Pix4D', and '• ScanLaser 3D Leica'. A concluding sentence states: 'Une fois le nuage de point importé dans REVIT, les quantités sont éditées.'. On the right side, there are icons for 'A-A+', 'Contact', 'Favoris', 'Imprimer', and 'Partager'. At the bottom right, there is a section for 'Auteur(s)' with a profile icon and the name 'PARENT Pascal'.

Figure 10-1. Exemple de ressource pédagogique BIM du portail Eduscol

Le Mastère Spécialisé « BIM, Conception intégrée et cycle de vie du bâtiment et des infrastructures » a débuté en 2014 et forme tous les ans près de 80 personnes (MS BIM 2019). D'autres Mastères Spécialisés ont été accrédités depuis dont le MS Management de Projets de Construction, option BIM et Maquette Numérique du CESI et le MS GP-BIM de l'Université Clermont-Ferrand.

Par définition, les MOOC¹⁶ sont une réponse aux besoins de formation massifs de la filière. Celui de l'UNTEC (**Prescrire et Estimer à l'heure du BIM**) en est à sa troisième session. La deuxième session du MOOC développé par l'entreprise GA et l'INSA de Toulouse est suivie par 3 000 personnes.

Nous terminons ce panorama bref et partiel par un focus sur les Ecoles Nationales Supérieures d'Architecture. L'enseignement du BIM y est essentiellement dispensé par des enseignants de la discipline STA/OMI¹⁷ et il est rarement mis en relation avec l'enseignement du projet.

Un premier séminaire a été organisé à l'initiative de l'ENSA de Toulouse le 30/1/2015. Il portait sur les outils informatiques et l'enseignement du BIM. Une école sur deux était représentée. Dans le relevé de décisions figurait déjà l'intention de mutualiser les efforts des enseignants (retours d'expériences, partage de supports de formation,...)

Dans le cadre de la Stratégie Nationale pour l'architecture mise en œuvre par le Ministère de la Culture et de la Communication (MCC 2015), la mesure 26 portait sur l'organisation des assises du BIM dans l'architecture en partenariat avec les Conseils régionaux de l'ordre des architectes ainsi qu'avec d'autres professionnels.

Ces assises se sont tenues successivement dans quatre Ecoles, à Paris Val de Seine (21-22/1/2016), Marseille (15-16/4/2016), Toulouse (6-7/9/2016) et Paris Malaquais (16/5/2017). A l'occasion des dernières assises, des ateliers ont permis de finaliser un « Référentiel de l'enseignement des processus de conception collaboratifs et numériques » qui a été diffusé par le Ministère à l'ensemble des ENSA

¹⁶ Massive Open Online Course

¹⁷ STA : Sciences et Techniques pour l'Architecture. OMI : Outils Mathématiques et Informatiques

(ENSA 2017). Un réseau de référents « Culture numérique » s'est également constitué avec un représentant par ENSA.

Nous avons croisé le référentiel des ENSA et le référentiel des activités et des compétences (PTNB 2019). Ce dernier détaille 20 activités en relation avec 43 compétences clés. Le tableau de la page suivante précise le nombre d'occurrences d'une compétence clé sur l'ensemble du référentiel. Ainsi, la compétence CC 5.8 « Réaliser des imports et des exports IFC » est impliquée dans 33 activités. Dans la partie droite du tableau, nous établissons les correspondances avec le référentiel des ENSA. Le total des occurrences pour lesquelles il y a un bon accord entre les deux référentiels s'élève à 412, soit 66% du total. Cette couverture est satisfaisante car il faut noter que le référentiel du PTNB a été établi pour les maîtres d'œuvre, les entreprises et les artisans et certaines compétences sont clairement réservées aux entreprises notamment dans le groupe CC6 (Comparer). D'autre part, le référentiel des ENSA contient quelques compétences supplémentaires comme « Appliquer les bases du droit du numérique au contexte de la maquette numérique » et il traite aussi de la culture numérique.

Les ENSA sont autonomes pour établir leur programme et le référentiel n'est assorti d'aucune obligation. Néanmoins il a déjà contribué dans certaines écoles à la mise en place de nouveaux enseignements préparant aux compétences et pratiques préconisées dans le référentiel.

1.3 Croisement du référentiel PTNB et du référentiel des ENSA

Récapitulation des compétences clés numériques mobilisées dans les activités du référentiel BIM et Maquette Numérique		Nb total occurrences	Référentiel des processus de conception collaboratifs et numériques en études d'architecture - Compétences attendues à l'issue de la formation	
CC1.1	Connaître et comprendre un glossaire BIM (exemple: glossaire du PTNB - guide MIQCP)	13		
CC1.2	Connaître et comprendre un processus BIM	26	26	C Formaliser le travail collaboratif/Savoir expliciter des processus
CC1.3	Connaître les fonctionnalités générales d'une plateforme collaborative	9	9	C Connaître des environnements/plateformes numériques favorisant le travail collaboratif
CC1.4	Connaître le principe de structuration des informations dans la base de données de la maquette numérique	20	20	C Pratiquer l'interopérabilité dans le travail collaboratif
CC1.5	Connaître les niveaux de détails géométriques et d'informations	17		
CC1.6	Connaître les formats d'échange et de l'interopérabilité	8	8	C Pratiquer l'interopérabilité dans le travail collaboratif
CC1.7	Connaître les codifications standard et leurs spécificités (omniclass, uniformat II, masterclass, ...)	6	6	C Formaliser le travail collaboratif
CC1.8	Interpréter une charte/convention BIM	24	24	C Formaliser le travail collaboratif/Savoir analyser des chartes BIM
CC1.9	Définir son niveau de maturité BIM 2	11		
CC1.10	Collaborer, travailler en équipe dans le cadre du BIM	22	22	C Gérer et organiser le travail collaboratif
CC2.1	Visionner et manipuler une maquette numérique	24	24	B1 Exploiter, transmettre et communiquer le contenu d'un modèle numérique [...]
CC2.2	Visionner et manipuler une cinématique 4D	17		
CC2.3	Sélectionner la présentation des informations souhaitées (graphiques, données,...)	14	14	B1 Exploiter, transmettre et communiquer le contenu d'un modèle numérique [...]
CC2.4	Associer des annotations à la maquette	19	19	C Pratiquer l'interopérabilité dans le travail collaboratif
CC3.1	Evaluer la qualité de la structuration de la maquette	9	9	C Pratiquer l'interopérabilité dans le travail collaboratif
CC3.2	Evaluer la qualité de la structuration et des données d'un objet BIM	11	11	C Pratiquer l'interopérabilité dans le travail collaboratif
CC3.3	Etablir et exploiter un jeu de règles de contrôle	16		
CC4.1	Formuler une requête et en exploiter les éléments	40	40	A Capacité à exploiter et construire des bases de données et à coder
CC4.2	Exploiter les informations extraites de la maquette pour une intégration dans les actions métiers	32	32	B1 Produire une MN répondant à des spécifications de contenu [...]
CC4.3	Exploiter un planning 4D	23		
CC4.4	Exploiter les coûts associés aux objets (5D)	19	19	B1 Exploiter, transmettre et communiquer le contenu d'un modèle numérique [...]
CC4.5	Exploiter la maquette numérique avec les outils de simulation virtuelle (valorisation commerciale, vision chantier 3D,...)	16		
CC5.1	Initier la maquette	3	3	A Capacité à effectuer des modélisations
CC5.2	Récupérer des informations du bâti existant pour créer, modifier ou compléter une maquette numérique	5	5	A Capacité à relever et modéliser l'existant
CC5.3	Enrichir les données des objets de la maquette	31		
CC5.4	Intervenir en modification sur la maquette	17	17	A Capacité à effectuer des modélisations
CC5.5	Intervenir en création sur la maquette	2	2	A Capacité à effectuer des modélisations
CC5.6	Créer des objets BIM pour compléter une bibliothèque	7	7	A Capacité à effectuer des modélisations
CC5.7	Collecter des objets BIM	8		
CC5.8	Réaliser des imports et des exports IFC	33	33	C Pratiquer l'interopérabilité dans le travail collaboratif
CC5.9	Collecter les informations de l'environnement et les exploiter dans la maquette numérique	11	11	B2 Modéliser un environnement à partir de différentes sources de données géographiques
CC6.1	Agréger les éléments des maquettes à comparer	9		
CC6.2	Filter les éléments de comparaison	8		
CC6.3	Exploiter les incidences (traitement, rapport, réunion ...)	15		
CC6.4	Compiler plusieurs plannings 4D	11		
CC6.5	Détecter les conflits et collisions 4D	9		
CC6.6	Comparer le bâti construit avec la maquette numérique	4		
CC7.1	Structurer/organiser les niveaux d'accès-collaboration-contribution (droits d'accès)	2	2	C Connaître des environnements/plateformes numériques favorisant le travail collaboratif
CC7.2	Définir les modalités de collaboration (protocoles d'échanges, nomenclature, arborescence des fichiers,...)	4	4	C Formaliser le travail collaboratif
CC7.3	Appliquer des modalités de collaboration (protocoles d'échanges, nomenclature, arborescence des fichiers,...)	6	6	C Formaliser le travail collaboratif
CC7.4	S'insérer dans un processus BIM	17	17	C Formaliser le travail collaboratif/Savoir expliciter des processus
CC7.5	Rédiger ou compléter une charte/convention BIM	6	6	C Formaliser le travail collaboratif/Etre capable de rédiger des conventions BIM
CC7.6	Utiliser les annotations numériques (par exemple les BCF) pour collaborer	16	16	C Pratiquer l'interopérabilité dans le travail collaboratif
		620	412	

2. Des outils pour les enseignants

2.1 Opale et Scenari

Moodle¹⁸ est une plateforme d'apprentissage en ligne qui permet de « créer des communautés s'instruisant autour de contenus et d'activités » (Moodle 2019).

L'ENSA de Toulouse utilise Moodle depuis 2009 et il est devenu le principal support de la diffusion des supports pédagogiques. Dans leur grande majorité, ces supports sont produits avec des logiciels de la suite Libre Office.

Or il existe aussi des outils dédiés à la production de ressources pédagogiques. L'un des plus connus est Opale qui permet la gestion et la publication de contenus pédagogiques élaborés. Opale fait partie de Scenari, suite de solutions logicielles libres pour la création, la conception et la modélisation de documents¹⁹.

Le tableau ci-dessous compare les approches pédagogiques que l'on peut rencontrer dans un établissement :

Type	Critères distinctifs
Expositive	Utilise la technique de l'exposé
Démonstrative	- consiste très souvent à montrer (démonstration), puis faire faire (expérimentation) et faire dire (reformulation). - remarque : méthode souvent utilisée dans les TD ou l'étudiant acquiert un savoir-faire par simple imitation.
Interrogative	- l'enseignant questionne l'apprenant pour guider sa réflexion et l'amener à trouver des solutions. - c'est toujours l'enseignant ou le formateur qui conduit la réflexion
Active	- centrées sur l'apprenant, il est considéré être l'acteur principal de son apprentissage. - sa motivation, ses besoins, ses attentes sont prises en compte - l'enseignant propose des techniques pour lesquelles il est amené à produire, à créer, à chercher...

Tableau 10-1. Approches pédagogiques (Cailleau, 2010)

¹⁸ Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment

¹⁹ <https://scenari.org/co/home.html>

Opale est particulièrement adaptée à la réalisation de modules de formation expositifs.

La plupart des cours magistraux dans une Ecole d'Architecture pour la discipline STA sont de type expositif et peuvent donc être dispensés, en présentiel ou à distance, avec des modules développés avec Opale.

Opale permet d'intégrer et de gérer des ressources variées (textes, images, vidéos, formules mathématiques, etc.). Une bonne illustration des possibilités est donnée par le tutoriel (Opale 2019).

Cette figure illustre le contenu d'un module de formation Opale. Un module est composé de grains de contenu et d'activités d'apprentissage ou d'auto-évaluation. Ces éléments de base peuvent être regroupés dans des divisions.

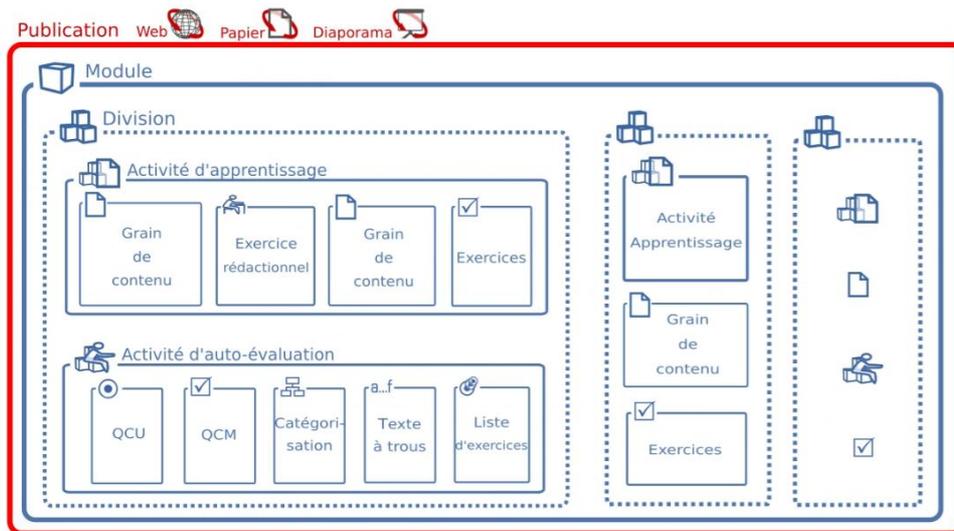


Figure 10-2. Extrait (Opale 2019). Rubrique : Les publications Opale > Publications multi-support

Dans l'exemple ci-dessous, le menu de gauche donne accès à des grains de contenu et à un exercice. Un glossaire a été défini pour le module et les mots appartenant au glossaire sont mis en évidence.

Activité d'apprentissage

Grain de contenu

Introduction

Affichage d'un terme du glossaire

Le modèle IFC est censé couvrir tout le cycle de vie d'une construction et tous les points de vue sur cette construction. Nous allons vous présenter une série de zooms sur le modèle correspondant à des sujets bien délimités.

Les diagrammes qui illustrent chaque sujet sont conformes au formalisme UML.

Nous avons adopté la convention de couleurs suivantes :

- Le blanc est réservé aux classes abstraites et leur nom est en italique
- Le jaune est utilisé pour les entités et le marron pour les associations entre entités (classes préfixées par IfcRel)

La cardinalité de la relation indique combien d'objets de chaque classe peuvent être impliqués.

Une instance de *IfcRelAssociatesMaterial* est liée à une instance et une seule de *IfcMaterial* (1).

Une instance de *IfcMaterial* peut n'être liée à aucune instance ou à un nombre quelconque d'instances de *IfcRelAssociatesMaterial* (0..*).

Une instance de *IfcRelAssociatesMaterial* est lié à une ou plusieurs instances de *IfcColumn* (1).

Une instance de *IfcColumn* peut n'être liée à aucune instance ou à un nombre quelconque d'instances de *IfcRelAssociatesMaterial* (0..*).

Figure 10-3. Extrait du module « les IFC pour les spécialistes »

2.2 Les publications

Le contenu d'un module Opale peut être publié sous différentes formes :

- Diaporama
- Support de cours en ligne
- Livret imprimable (format odt)
- Paquetage SCORM²⁰ pour intégration à une plateforme d'apprentissage en ligne

La génération de ces publications est automatique et hautement paramétrable.

2.3 Réutilisation et personnalisation

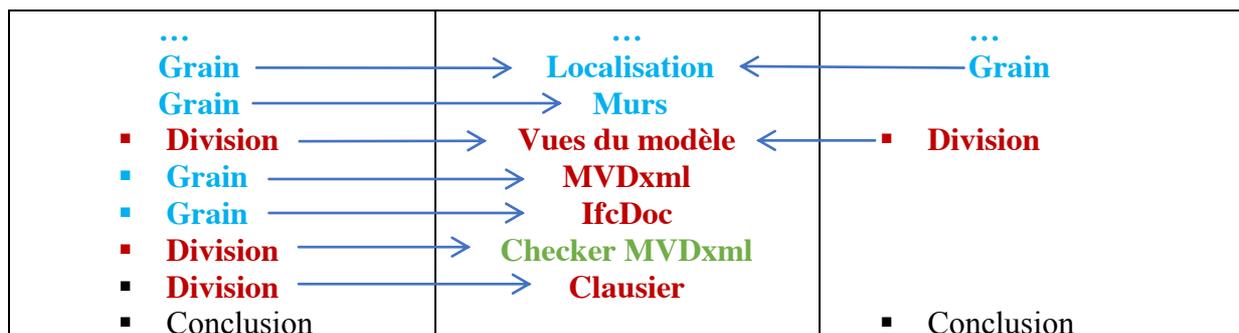
La colonne de gauche du tableau ci-dessous présente le premier niveau de l'organisation d'un module destiné au MS BIM. Il présente en détail le modèle IFC, puis le concept de vue, sous-ensemble du modèle. Après avoir introduit le standard MVDxml et le logiciel IfcDoc, un exercice est proposé pour vérifier la conformité d'une maquette numérique à des contraintes exprimées en MVDxml. La dernière division du module est consacrée aux clauses qui composent certains cahiers des charges BIM.

Une division ou un grain de contenu peuvent être définis à l'intérieur d'un module ou externalisés. La colonne centrale du tableau rassemble les éléments externalisés qui, de ce fait, peuvent être appelés depuis d'autres modules comme nous l'avons matérialisé par des flèches.

La colonne de droite est un module destiné aux étudiants de l'ENSA de Toulouse qui suivent l'enseignement « Travail collaboratif » en première année de master. Nous considérons qu'ils ont besoin d'une certaine connaissance du modèle IFC pour résoudre les difficultés qu'ils pourront rencontrer en matière d'interopérabilité. En revanche, il nous semble prématuré de développer les autres sujets. Les objectifs, l'introduction, la présentation des zooms sur le modèle et la conclusion sont spécifiques à chaque module.

Module IfcPlus	Ressources partagées	Module Travail Collaboratif
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Objectifs ▪ Introduction ▪ Division → ▪ Division Zooms 	<p>Le modèle IFC ←</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Objectifs ▪ Introduction ▪ Division ▪ Division Zooms
<p>Grain →</p>	<p>Identification ←</p>	<p>Grain ←</p>
<p>Exercice →</p>	<p>Qui a créé le fichier ? ←</p>	<p>Exercice ←</p>
<p>Grain →</p>	<p>Matériaux ←</p>	<p>Grain ←</p>

²⁰ Sharable Content Object Reference Model : suite de normes techniques relatives aux systèmes d'apprentissage en ligne



2.4 Exemple d'activité d'apprentissage

L'exercice suivant amène l'apprenant à ouvrir un fichier IFC avec un simple éditeur de texte et à rechercher les informations sur l'auteur du fichier et sur le logiciel utilisé pour le créer.

Le fichier IFC est intégré à l'exercice afin qu'il puisse être téléchargé par l'apprenant. Le texte à trous est saisi par l'enseignant et un style spécifique est appliqué aux trous pour définir à la fois leur emplacement et les bonnes réponses.

a..f Texte à trous

Titre accroche [Qui a créé ce fichier et avec quel logiciel ?](#)

Métadonnées

Mots-clés ...

Licence Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage des Conditions Initiales à l'Identique

Version de la licence cc-by 4.0

Paternité ou copyright

Bernard FERRIES, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse

Consigne

Ouvrez le fichier [Qui.ifc](#) avec un simple traitement de texte. Recherchez au début de la section DATA les instances des classes [IfcPerson](#), [IfcOrganization](#) et [IfcApplication](#).

Complétez le texte ci-dessous en faisant des copier/coller à partir du fichier [IFC](#) :

Fichier en téléchargement

Consigne (pour le web et diaporama) ...

Consigne (pour le papier) ...

Qui.ifc ([Exercices](#))

Texte à trous

Le fichier [IFC](#) a été créé par une personne dont l'adresse électronique est bernard.ferries@toulouse.archi.fr.

Cette personne appartient à l'organisation [ENSA de Toulouse](#).

Elle a utilisé la version [21.0.0](#) du logiciel [ARCHICAD-64](#) édité par la société [GRAPHISOFT](#).

Explication ...

Voici comment se présente l'exercice à l'utilisateur. Celui-ci télécharge le fichier, complète le texte puis demande la correction.

Qui a créé ce fichier et avec quel logiciel ?

 Correction Recommencer

 Ouvrez le fichier Qui.ifc avec un simple traitement de texte. Recherchez au début de la section DATA les instances des classes IfcPerson, IfcOrganization et IfcApplication.

Complétez le texte ci-dessous en faisant des copier/coller à partir du fichier IFC :

Qui.ifc 

Le fichier IFC a été créé par une dont l'adresse électronique est .

Cette personne appartient à l'organisation .

Elle a utilisé la version du logiciel édité par la société .

3. Retours d'expérience

Notre premier cours en ligne pour le MS BIM a été développé en 2014 par les membres d'une cellule dédiée. Nous avons transmis un document Word hiérarchisé en mode plan, l'énoncé des exercices et les réponses attendues. Ce support a été scénarisé avec Opale puis mis à disposition sur la plateforme Moodle du MS BIM.

Ce module n'a pas évolué depuis 2014 car il porte sur les parties stables du cours sur l'interopérabilité à savoir des méthodes de modélisation des systèmes d'information comme UML et BPMN.

En 2018, en réponse à une demande d'un approfondissement du sujet, nous avons décidé de créer un nouveau cours en ligne sur les IFC. Nous avons souhaité cette fois nous impliquer dans le développement du module et nous présentons ci-après les leçons de cette expérience.

3.1 Robustesse

Opale est une application stable, performante et robuste. Il est aisé de réorganiser librement les ressources, de les déplacer d'un dossier à l'autre car les liens sont automatiquement mis à jour. L'apprentissage est relativement rapide grâce à un tutoriel de qualité (Opale 2019).

3.2 Modularité

La modularité permet de construire plusieurs combinaisons de ressources pédagogiques pour différents publics. Cela nous a été utile à plusieurs reprises et notre investissement initial a été rapidement rentabilisé.

La publication d'un module peut être personnalisée de deux façons :

- par la composition, en sélectionnant les seuls grains et activités pertinents
- par l'apparence en jouant sur des jeux de styles

3.3 Incitation à développer des activités

Opale propose une grande variété d'activités d'apprentissage et d'évaluation : QCM, exercices rédactionnels, exercices d'ordonnancement, de catégorisation, textes à trous,...

Il faut les exploiter car un module doit combiner l'exposition via des grains de contenu et des activités qui jalonnent la progression de l'apprenant.

Une activité contiendra à la fois les instructions de l'exercice, les fichiers éventuellement nécessaires et un retour pour expliquer les résultats attendus. Ce mécanisme d'encapsulation permet de proposer un TD prêt à l'emploi et facilement intégrable dans un module par un enseignant autre que celui qui a modélisé l'activité.

Si le module est intégré à une plateforme comme Moodle via le dépôt d'un paquetage au format SCORM, l'enseignant pourra également suivre le parcours des apprenants.

3.4 Polyvalence

Un module développé avec Opale se prête à des usages multiples : à distance, en présentiel, et mixte.

3.5 Le retour sur investissement

Notre apprentissage initial a consisté à transformer quelques supports de formations existants en ressources puis en modules Opale. La création d'un module de formation avec Opale prend nécessairement plus de temps que la production de supports classiques mais on en recueille les bénéfices dès qu'on compose un module à partir de grains de contenu et d'activités et surtout lorsque certaines des ressources sont mobilisées dans plusieurs modules.

En outre, la production des publications est automatique et il est facile et rapide de répercuter sur les publications des modifications apportées au corpus des ressources pédagogiques.

3.6 Analogie avec la production de maquettes numériques et de documents traditionnels

Puisqu'il est question de l'enseignement du BIM, il est instructif de faire un parallèle entre la production de modules de formation et celle d'une maquette numérique :

Production de ressources pédagogiques	Production de maquettes numériques
Les ressources pédagogiques (grains de contenu, activités) peuvent être mobilisées dans différents modules de formation.	Les objets BIM regroupés dans une bibliothèque de l'agence peuvent être utilisés dans différents projets.
Les publications sont générées automatiquement sur des supports variés (diapositives, support de cours en ligne,	Les documents traditionnels (plans, coupes, élévations, vues 3D) et non traditionnels (nomenclatures d'objet) sont extraits

livret imprimable, paquetage)	automatiquement de la maquette numérique.
La modification d'une ressource pédagogique est répercutée sur les publications par la régénération	La modification d'un élément de la maquette numérique est répercutée sur tous les documents extraits.
Les styles de publications proposés en standard sont neutres et relativement austères. Il est possible de personnaliser ses publications en définissant ses propres styles	Les bibliothèques standard d'objets BIM sont peu fournies. L'architecte a intérêt à savoir modéliser ses propres objets et à affirmer ainsi le style de représentation de l'agence

Dernier point de comparaison : la démarche qui conduirait un enseignant à utiliser un outil de création de modules de formation comme Opale est finalement assez proche de celle d'un architecte qui déciderait de remplacer des tâches de dessin dont il a l'habitude par la production de maquettes numériques.

La marche est haute dans les deux cas et il est probable que les résistances au changement seront du même ordre.

4. Production collaborative de ressources pédagogiques

4.1 Avec un outil adapté

Les enseignants des ENSA impliqués dans l'enseignement du BIM et qui ont contribué à l'élaboration du référentiel souhaitent que les compétences qu'il contient soient acquises par les futurs professionnels que forment nos écoles.

Le BIM et la maquette numérique peuvent donner lieu à de multiples enseignements théoriques et pratiques sur la base du référentiel des ENSA. Les outils évoluent sans cesse et de nouveaux documents de référence sont régulièrement publiés. Les opérations conduites en BIM se multiplient. Bref, même en menant une veille assidue, il est impossible à un enseignant d'être au point sur tous les sujets.

D'où l'idée de mobiliser des connaissances réparties chez des enseignants déjà investis. A titre d'exemple, nous avons construit un module Opale sur la numérisation de l'existant et imaginé des exercices utilisant les nuages de points produits par les élèves du lycée technique Aristide Bergès de Saint Girons.

Comment mutualiser des ressources pédagogiques ? La publication de ressources sur un site comme Eduscol est une solution qui convient bien à certains types de ressources comme la vidéo. Mais elle ne permet pas une véritable appropriation de la ressource par les enseignants ce qui nous semble être une des conditions du succès.

La mise à disposition de grains de contenu et d'activités permettrait à l'enseignant de les intégrer à sa manière dans ses modules, à côté des ressources qu'il aura lui-même définies.

On concilierait ainsi une volonté légitime de personnalisation et la réutilisation de ressources produites par un autre enseignant et dont la paternité sera toujours reconnue.

Nous sommes arrivés à la conclusion qu'Opale est une réponse opérationnelle et adaptée à ce besoin. Scenari permet en outre la collaboration à distance via un entrepôt de ressources pédagogiques rassemblées sur un serveur dédié. Cet atelier partagé pourrait constituer le support d'une production collaborative de ressources pédagogiques.

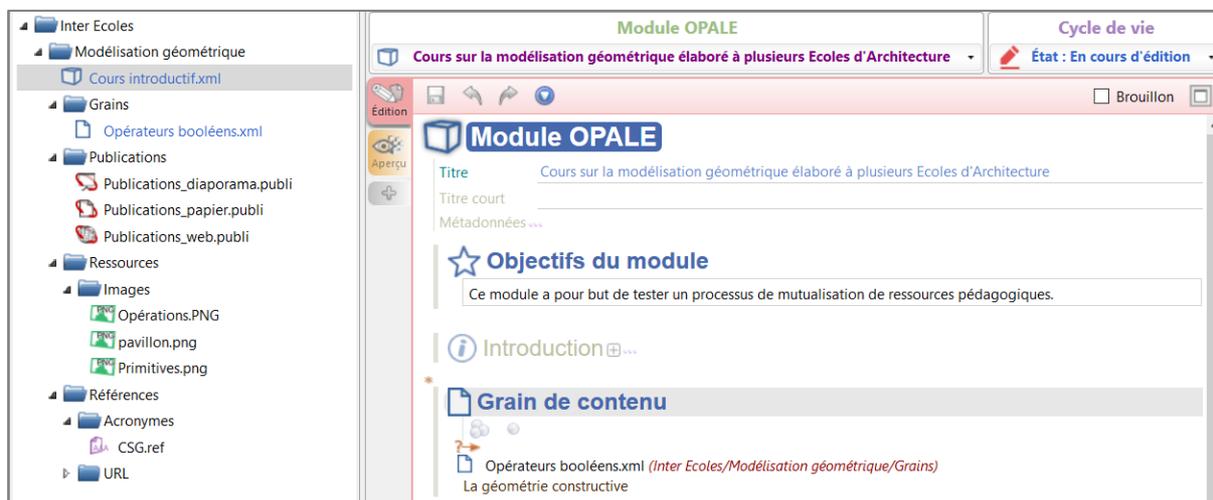


Figure 10-4. entrepôt distant inter écoles

4.2 Le projet inter ENSA

Il a pour objectif la production collaborative de ressources numériques pour l'enseignement du BIM et de la maquette numérique. Ces ressources seraient mises à disposition des enseignants de toutes les ENSA.

La démarche suivante va être menée par un groupe de membres du réseau Culture numérique des ENSA :

1. Déclaration d'intention de traiter un sujet dans le domaine d'expertise de l'enseignant et pour lequel il dispose déjà de supports classiques
2. Auto-formation à Opale et Scenari puis réalisation par chaque membre du groupe d'un module de formation
3. Compléments de formation aux outils et assistance à distance si nécessaire
4. Réunion générale de présentation des modules
5. Dans l'esprit d'une convention BIM, définition d'une organisation et de règles pour favoriser la collaboration des enseignants (granularité, structuration des ressources partagées, styles,...)
6. Production d'un premier ensemble de modules de formation destinés à préparer à une sélection des compétences du référentiel
7. Diffusion des modules à l'ensemble des ENSA.

5. Conclusion

Les outils dédiés à la création et à la publication de modules de formation ont fait leurs preuves mais sont encore très peu utilisés dans la communauté des enseignants des ENSA. De par leur modularité, les ressources pédagogiques ainsi produites peuvent être réutilisées par d'autres enseignants qui pourront se les approprier en les intégrant dans leurs modules de formation.

Le choix des modules à développer en priorité devra être guidé par le référentiel des ENSA. Ils devront répondre aux compétences les plus essentielles et en particulier celles qui préparent au travail collaboratif.

Les enseignants disposeront ainsi d'un corpus de ressources pédagogiques commun et partagé et pourront consacrer davantage de temps à l'accompagnement du projet et à l'appropriation de pratiques BIM par tous les étudiants.

Bibliographie

- [1] PTNB, «<http://www.batiment-numerique.fr/uploads/DOC/Barom%C3%A8tre/PTNB%20-%20Barometre%203%20-%20Rapport%20detaill%C3%A9.pdf>,» 2018. [En ligne].
- [2] A. Ghaffarianhoseini, D. Doan, T. Zhang, N. Naismith et J. Tookey, *A BIM Readiness & Implementation Strategy for SME Construction Companies*, 2016.
- [3] N. EINM1600207D, *Décret n° 2016-360 du 25 mars 2016 relatif aux marchés publics - Version consolidée au 28 décembre 2017*, 2017.
- [4] F. Khosrowshahi et Y. Arayici, *Roadmap for implementation of BIM in the UK* 19(6), 610–635, 2012.
- [5] J. Harty, T. Kouider et G. Paterson, *Challenges, risks and benefits for SMEs*, 2016.
- [6] C. Babic et D. Rebolj, «Culture change in construction industry: from 2D toward,» *Journal of Information*, p. 86, 2016.
- [7] J. Daniel, «Making Sense of MOOCs : Musings in a Maze of Myth, Paradox and Possibility,» *Journal of Interactive Media in Education (JIME)*, 2012.
- [8] LesDigiteurs, «<https://mooc-francophone.com/cours/la-transformation-digitale-des-tpe-pme/>,» 2017. [En ligne].
- [9] Asder1, «<https://mooc-francophone.com/cours/mooc-batiment-performant-et-ecologique/>,» 2016. [En ligne].
- [10] UNTEC, «<https://mooc-francophone.com/cours/economie-de-la-construction-prescrire-estimer-a-lheure-du-bim/>,» 2017. [En ligne].
- [11] Asder2, «<https://mooc-francophone.com/cours/renovation-performante-les-cles-de-la-rehabilitation-energetique/>,» 2017. [En ligne].
- [12] INSA Toulouse et GA Smart Building, «<https://mooc-batiment-durable.fr/courses/course-v1:GA-INSATOULOUSE+2017MOOCBAT13+SESSION01/about>,» 2018. [En ligne].
- [13] M. Cisel, *Utilisations des MOOC: éléments de typologie*, Doctoral dissertation - Université Paris-Saclay, 2016.
- [14] J. Condé, *Pourquoi et comment participer à un MOOC ? Quel(s) processus et parcours d'apprentissage(s) ?*, Doctoral dissertation - Université Paris-Saclay, 2014.
- [15] FFB, «<http://www.ffbim.fr/le-bim-comment-aborder-un-appel-d-offres>,» [En ligne].
- [16] M. Raducanu, «<http://www.fermeture-store.org/files/snfpsa/Commun/02-ACTUALITES/Journee-BIM/Outil-d-aide-a-la-decision-pour-repondre-a-un-appel-d-offre>,»

- BIM-V3.2.pdf,» 2017. [En ligne].
- [17] PTNB, «<http://www.batiment-numerique.fr/news/91/27/Publication-des-livrables-ABV.htm>,» 2017. [En ligne].
- [18] D. Moalic et D. Termignon, «Analyse du marché français des SPOC,» 2015.
- [19] I. Quentin, «Commission Nationale du Débat Public,» 2015.
- [20] RNR, «Inscription Concours Batissiel du RNR,» 2019. [En ligne]. Available: <http://batissiel.information-education.org/2019/index.php>. [Accès le 27 03 2019].
- [21] X. Jourdain, «3e prix du Concours Batissiel Plus catégorie Sup' pour le projet SAPHIRE P01,» 06 06 2018. [En ligne]. Available: http://dgc.ens-paris-saclay.fr/version-francaise/actualites/3e-prix-du-concours-batissiel-plus-categorie-sup-pour-le-projet-saphire-p01-385430.kjsp?RH=DL_DGC-FR. [Accès le 27 03 2019].
- [22] T. Sanchez et N. Ngo-Xuan, «Concours Batissiel Plus catégorie SUP : 2ème prix pour nos étudiants !,» 11 06 2018. [En ligne]. Available: <http://charles-de-gaulle.entmip.fr/actualites/concours-batissiel-plus-categorie-sup-16644.htm>. [Accès le 27 03 2019].
- [23] S. Codet, «Quand nos étudiants conçoivent l'école de demain,» 06 06 2018. [En ligne]. Available: <https://www.u-cergy.fr/fr/ufr-sciences-et-techniques/departement-de-genie-civil-et-infrastructures/actualites/competitions/batissiel-2018.html>. [Accès le 27 03 2019].
- [24] S. Codet, «Défi BIM 2016 - 2nde place au Défi BIM Innovation,» 07 04 2016. [En ligne]. Available: <https://www.u-cergy.fr/fr/ufr-sciences-et-techniques/departement-de-genie-civil-et-infrastructures/actualites/competitions/defi-bim-2016.html>. [Accès le 28 03 2019].
- [25] C. Donas, «Batissiel Plus : LE concours pour découvrir les enjeux du BTP !,» 11 07 2018. [En ligne]. Available: <https://emploi-btp.lemoniteur.fr/edito/article/batissiel-plus-le-concours-pour-decouvrir-les-enjeux-du-btp-aea-9432>. [Accès le 06 06 2019].
- [26] P. Durand, Titre de l'article, Cachan: éditeur, 2019.