



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

Bernard FERRIES

Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse

83, Rue Aristide MAILLOL - BP 10629

31106 TOULOUSE Cedex 1

Accompagnement de la transition numérique

Plan Transition Numérique dans le Bâtiment (PTNB)

2015-2018 20 M€

Guide à l'intention des maîtres d'ouvrage

Développement et mise à disposition de la plateforme collaborative KROQI

Référentiel d'activités et de compétences

Outil d'aide à la rédaction de convention BIM

Recensement de l'offre de formation

Expérimentation diverses, ...

Plan BIM 2022

2019-2021 10 M€

1. Généraliser la commande en BIM dans l'ensemble de la construction

2. Déployer le BIM dans les territoires en soutenant la montée en compétence de tous ces professionnels [...]

Etat des lieux de l'enseignement du BIM

- Les lycées techniques précurseurs (2011).
Mise à disposition de ressources pédagogiques sur Eduscol
- Mastère Spécialisé « BIM, Conception intégrée et cycle de vie du bâtiment et des infrastructures » depuis 2014 (80 personnes par an)
- Mastère Spécialisé « Management de Projets de Construction, option BIM et Maquette Numérique » du CESI
- Mastère Spécialisé GP-BIM de l'Université Clermont-Ferrand
- MOOC : Untec, GA + INSA, Open BIM (en préparation),
- ...

[//batiment-numerique-formationaubim.fr/](http://batiment-numerique-formationaubim.fr/)

Recherchez une formation au BIM
et à la maquette numérique

544 formations disponibles

La démarche des ENSA

- 2015, Toulouse : 1^{er} séminaire interécoles sur l'enseignement du BIM
- Mesure 26 de la Stratégie Nationale pour l'Architecture :
organiser des assises du BIM dans l'architecture en partenariat avec les Conseils Régionaux de l'Ordre des Architectes
- **Les assises du BIM** : Paris Val de Seine (01/2016), Marseille (04/2016), Toulouse (09/2016) et Paris Malaquais (05/2017)
- Constitution du réseau de référents « Culture numérique »
- Définition d'un « **Référentiel** de l'enseignement des processus de conception collaboratifs et numériques ».
Pas d'obligation mais contribution à la mise en place de nouveaux enseignements dans plusieurs écoles.

Récapitulatif 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	Filtrer 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	

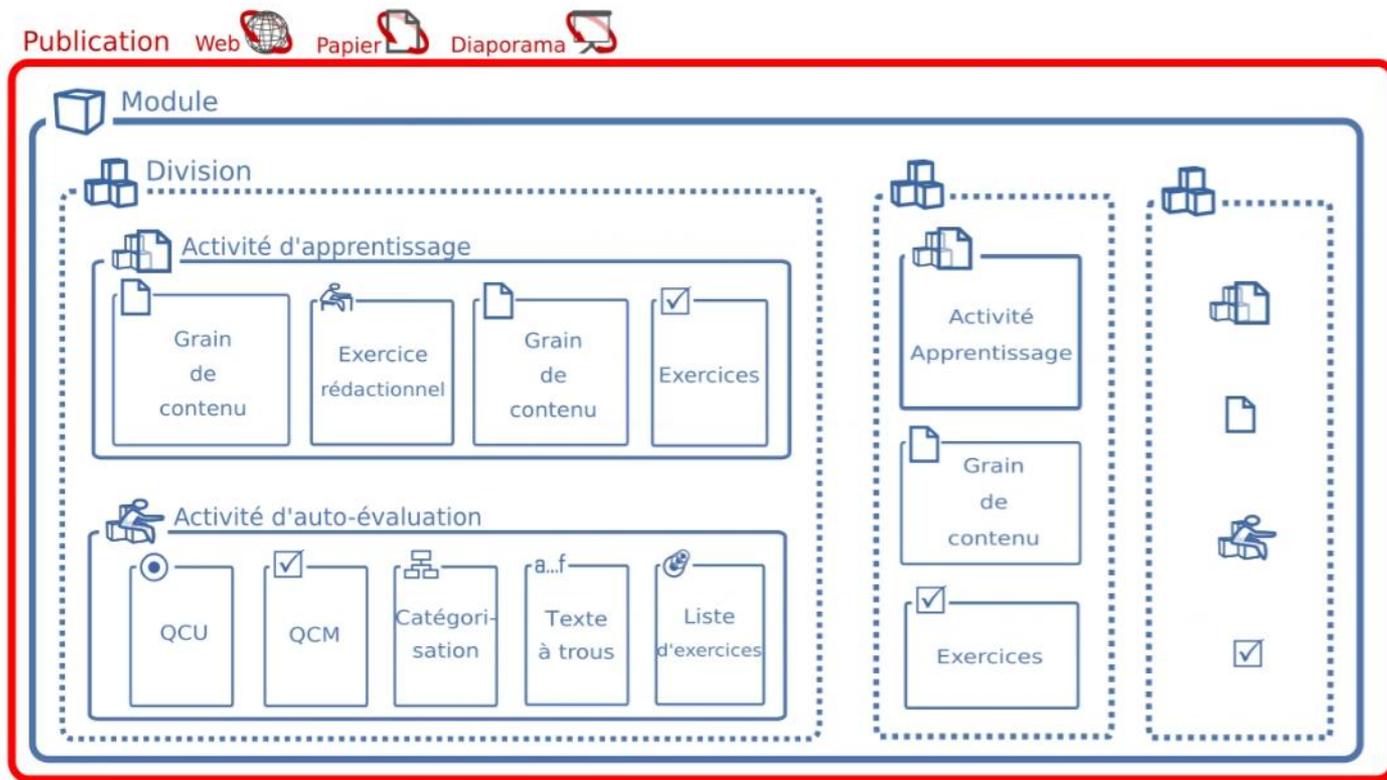


Des outils pour les enseignants

- **Moodle** : plateforme d'apprentissage en ligne qui permet de « créer des communautés s'instruisant autour de contenus et d'activités »
- **Scenari** : suite de solutions logicielles libres pour la création, la conception et la modélisation de documents
- **Opale** : un outil de la suite Scenari pour la gestion et la publication de contenus pédagogiques élaborés

Adapté à la réalisation de modules de formation expositifs, utilisables en présentiel et/ou à distance

Contenu d'un module de formation OPALE



- ☆ Objectifs
- i Introduction
- > Le modèle IFC
- > Zooms sur le modèle
 - i Introduction
 - Identification et historique
 - Exercice : Qui a créé ce fichier et avec quel logiciel ?
 - La composition des éléments
 - La relation entre un mur et une fenêtre
 - L'arborescence spatiale et les regroupements de locaux
 - La localisation
 - Les références externes
 - Délimitation des espaces
 - Objets - Objets types
 - Propriétés et quantités

Activité d'apprentissage

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*)

UML : Unified Modeling Language (standard adopté par l'Object Management Group)

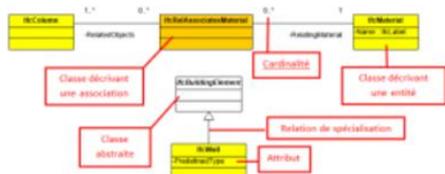
La cardinalité de la relation indique combien d'objets de chaque classe peuvent être impliqués.

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..*).



Grain de contenu

Les publications

Les vues du modèle

Le modèle IFC est conçu réparti à l'ensemble des acteurs du bâtiment tout au long du cycle de vie d'une construction. On comprendra que pour un processus bien déterminé, une partie seulement du modèle devra être mobilisée pour les échanges induits par ce processus. On appelle via un sous-ensemble d'un modèle de données comme les IFC qui font désigner aussi par l'acronyme MVD». Un MVD est défini pour satisfaire un ou plusieurs besoins d'échange.

La vue coordination a été créée par Building Smart dans le cadre de la certification des logiciels pour la version IFC2x3. Son périmètre se situe au croisement des disciplines architecture, structure et systèmes.

Sur les 566 classes non abstraites de la version 2x3, 266 soit environ la moitié font partie de la vue coordination (liste des entités de la vue CY2.0 (cf. Liste des entités de la vue coordination 2.0 p 36). Pour la version IFC4, deux vues ont été définies qui seront également utilisées pour la certification, les vues Reference et Design Transfer.

A. La vue "Reference"

La vue Reference (RV*) est un standard BuildingSmart. La présentation qui suit s'appuie sur la documentation officielle (cf. IFC4 - Reference View (RV*) en anglais à laquelle on se reportera pour plus de détails. Finalité : définir un sous-ensemble standardisé des IFC4 qui conviendra à tous les processus basés sur des modèles de référence, avec des échanges essentiellement uni-directionnels. Quelques caractéristiques de ces processus :

- La source de l'information est chez l'émetteur du fichier IFC.
- Le contrôle des paramètres de modélisation et, de ce fait, la propriété des informations restent chez l'émetteur.
- La propriété du modèle et la responsabilité de son contenu sont à l'émetteur.
- Le receveur a accès au modèle complet.
- Le receveur peut analyser le modèle et en extraire de l'information.
- Si le receveur souhaite que soit apporté un changement au modèle, il en fait la demande à l'émetteur (et il est conseillé de le formaliser en BCF#).

Bernard FERRIES, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse, Version du 5/3/2018

Le livret

Module OPALE

Titre : Les IFC pour les spécialistes

Titre court : IFC+

Métadonnées

Mots-clés : IFC, BIM

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

Version de la licence cc-by : 4.0

Patented ou copyright

Bernard FERRIES, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse, Version du 5/3/2018

Objectifs du module :

- Introduction
- Division
- Division : Zooms sur le modèle
- Division
- VuesDuModèleent (.Divisions)

La vue "Reference"

La vue Reference (RV*) est un standard BuildingSmart. La présentation qui suit s'appuie sur la documentation officielle (cf. IFC4 - Reference View (RV*) en anglais à laquelle on se reportera pour plus de détails. Finalité : définir un sous-ensemble standardisé des IFC4 qui conviendra à tous les processus basés sur des modèles de référence, avec des échanges essentiellement uni-directionnels. Quelques caractéristiques de ces processus :

- La source de l'information est chez l'émetteur du fichier IFC.
- Le contrôle des paramètres de modélisation et, de ce fait, la propriété des informations restent chez l'émetteur.
- La propriété du modèle et la responsabilité de son contenu sont à l'émetteur.
- Le receveur a accès au modèle complet.

Bernard FERRIES, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse, Version du 5/3/2018

Diapos

Version Web

Les IFC pour les spécialistes

Objets

Introduction

Le modèle IFC

Zooms sur le modèle

Les vues du modèle

Introduction

La vue "Reference"

La vue "Design Transfer"

Comparaison des vues RV et DTV

Le standard MVDxnt

ItcDoc

Application du format mvzXML, à des contrôles de conformité

Clauser BIM

Conclusion

La vue "Reference"

La vue Reference (RV*) est un standard BuildingSmart. La présentation qui suit s'appuie sur la documentation officielle (cf. IFC4 - Reference View (RV*) en anglais à laquelle on se reportera pour plus de détails. Finalité : définir un sous-ensemble standardisé des IFC4 qui conviendra à tous les processus basés sur des modèles de référence, avec des échanges essentiellement uni-directionnels. Quelques caractéristiques de ces processus :

- La source de l'information est chez l'émetteur du fichier IFC.
- Le contrôle des paramètres de modélisation et, de ce fait, la propriété des informations restent chez l'émetteur.
- La propriété du modèle et la responsabilité de son contenu sont à l'émetteur.
- Le receveur a accès au modèle complet.
- Le receveur peut analyser le modèle et en extraire de l'information.
- Si le receveur souhaite que soit apporté un changement au modèle, il en fait la demande à l'émetteur (et il est conseillé de le formaliser en BCF#).

La finalité : favoriser la prolifération la plus large des données IFC et leur exploitation par un grand nombre d'applicatifs.

La modélisation géométrique a donc été optimisée pour l'analyse et l'attachage ce qui exerce la transmission de modèles géométriques paramétriques (dont la forme peut être modifiée en

Intégration à Moodle

Les IFC pour les spécialistes

Objets

Introduction

Le modèle IFC

Zooms sur le modèle

Les vues du modèle

Introduction

La vue "Reference"

La vue "Design Transfer"

Comparaison des vues RV et DTV

Le standard MVDxnt

La vue "Reference"

La vue Reference (RV*) est un standard BuildingSmart. La présentation qui suit s'appuie sur la documentation officielle (cf. IFC4 - Reference View (RV*) en anglais à laquelle on se reportera pour plus de détails. Finalité : définir un sous-ensemble standardisé des IFC4 qui conviendra à tous les processus basés sur des modèles de référence, avec des échanges essentiellement uni-directionnels. Quelques caractéristiques de ces processus :

- La source de l'information est chez l'émetteur du fichier IFC.
- Le contrôle des paramètres de modélisation et, de ce fait, la propriété des informations restent chez l'émetteur.
- La propriété du modèle et la responsabilité de son contenu sont à l'émetteur.
- Le receveur a accès au modèle complet.
- Le receveur peut analyser le modèle et en extraire de l'information.
- Si le receveur souhaite que soit apporté un changement au modèle, il en fait la demande à l'émetteur (et il est conseillé de le formaliser en BCF#).

Bernard FERRIES, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse, Version du 5/3/2018



IFC2.zip



Réutilisation et personnalisation

Module IfcPlus	Ressources partagées	Module Travail Collaboratif
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Objectifs ▪ Introduction ▪ Division → ▪ Division Zooms 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Objectifs ▪ Introduction ▪ Division ← ▪ Division Zooms
Grain →	→ Identification ←	← Grain
Exercice →	→ Qui a créé le fichier ? ←	← Exercice
Grain →	→ Matériaux ←	← Grain
...
Grain →	→ Localisation ←	← Grain
Grain →	→ Murs	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Division → ▪ Grain → ▪ Grain → ▪ Division → ▪ Division → ▪ Conclusion 	<ul style="list-style-type: none"> → Vues du modèle ← → MVDxml → IfcDoc → Checker MVDxml → Clausier 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Division ← ▪ Conclusion

Retour d'expérience du développement d'un module avec Opale

- **Stabilité et robustesse**

Liens mis à jour automatiquement suite à une réorganisation des ressources

- **Modularité**

Capacité à combiner des ressources pédagogiques pour différents publics

- **Personnalisation**

Par la composition en sélectionnant les seuls grains et activités pertinents

Par l'apparence en jouant sur des jeux de styles

- **Incitation à développer des activités d'apprentissage et d'évaluation**

Beaucoup de possibilités : QCM, exercices d'ordonnancement, textes à trous,...

Des TD prêt à l'emploi et facilement intégrables (encapsulation)

- **Polyvalence**

Des usages multiples : formation à distance, en présentiel, mixte

Retour sur investissement

- La création d'un module de formation avec Opale prend plus de temps que la production de supports classiques

- En retour :

Capitalisation par la constitution progressive d'une bibliothèque de grains de contenus et d'activités réutilisables

Facilité à adapter un module à un nouveau public

Production automatique des publications

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, livret imprimable, paquetage)	Les documents traditionnels (plans, coupes, élévations, vues 3D) et non traditionnels (nomenclatures d'objet) sont extraits 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



La démarche qui conduirait un enseignant à utiliser un outil de création de modules de formation comme Opale est 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.

Mutualiser des ressources pédagogiques sur le BIM

- Le BIM peut donner lieu à de multiples enseignements théoriques et pratiques sur la base du référentiel des ENSA.
- Même en menant une veille assidue, il est impossible à un enseignant d'être au point sur tous les sujets relatifs au BIM.
- La mise à disposition de grains de contenu et d'activités permettrait à l'enseignant de les intégrer dans ses modules, à côté de ses propres ressources
- On concilierait ainsi une volonté légitime de personnalisation et la réutilisation de ressources produites par d'autres enseignants et dont la paternité sera toujours reconnue.



Le projet inter ENSA

- Un atelier partagé Scenari peut être le support d'une production collaborative de ressources pédagogiques dans le domaine du BIM
- Un des projets en cours du réseau des référents « Culture numérique » des ENSA :

Produire collaborativement des ressources pédagogiques pour des modules de formation correspondant à une sélection des compétences du référentiel

- Prochaine réunion du réseau : le vendredi 21 juin

A suivre...