

Enseigner avec les processus BIM

Réalisation de balcons - validation des modes

constructifs



Niveau : BTS Bâtiment

thomas.drouynot@ac-dijon.fr

Ce document est réalisé dans un but pédagogique à partir de connaissances du moment. Toute proposition d'amélioration est la bienvenue. N'hésitez pas ...

Davantage d'explications sur l'algorithme de détermination du centre de gravité sous Dynamo sont disponibles sur le site de « Village BIM ».

Problématique - Mise en situation

L'étude porte sur la détermination des modes constructifs de la réalisation de balcons d'un projet en adéquation avec la capacité de levage de la grue.

L'étude est limitée à un seul balcon mais peut être transposée à l'ensemble des balcons du bâtiment. La grue est imposée par un choix d'entreprise lié à une disponibilité sur le parc matériel (grue Potain MD 175 B)

La position de la grue est imposée pour l'étude.



Fichiers fournis

- Fichier « kellermann RNR.rvt » de départ avec la maquette numérique du projet
- Fichier « DynamoInstall0.8.2.exe » pour l'installation de DYNAMO dans REVIT
- Fichier de la famille « CdG v2.rfa » (Fichier famille de Revit destiné à repérer le centre de gravité de pièces)
- Fichier « *AfficheLeCentreDeGravité.dyn* » pour calculer la position du centre de gravité avec l'applicatif DYNAMO.

Liens avec le référentiel du BTS Bâtiment

FONCTIONS	ACTIVITES PROFESSIONNELLES	UNITES		COMPETENCES	UNITES DE FORMATION	MODULES DE FORMATION	CREDITS ECTS
Préparation de chantier	Conception, avec ou sans assistance numérique, du processus de réalisation d'un ouvrage	U5 ETUDE ECONOMIQUE ET PREPARATION DE CHANTIER	C8 C9 C10 C11 C12 C13	(Établir les procédés de réalisation) Élaborer le processus de réalisation d'un ouvrage Analyser les risques et proposer des solutions Planifier les travaux Définir l'installation de chantier Établir les documents préalables à l'ouverture d'un chantier	UF2 Préparation de chantier	Conduite technique d'un chantier	18
			C7 C14	Quantifier les besoins et estimer le coût d'un ouvrage élémentaire. Élaborer le budget travaux	UF3 Etude économique	Etude économique d'un chantier	6

MODULE CTC 1 : Installation de chantier – Compétence C12 : Etablir l'installation de chantier

S 12.8 – Installation de chantier	
Données incidentes (limites de propriété, construction en mitoyenneté et voisines, réseaux existants, voiries,)	Identifier les éléments ayant une incidence sur l' l'installation de chantier
Engins de levage (montage, démontage)	 Positionner les engins de levage dans les trois dimensions, Définir les zones de survol en charges interdites Définir les interférences entre grues

MODULE CTC 5 : Planification et cyclages – Compétence C8 : Etablir les procédés de réalisation

S 12.3 – Phases et cycles	
Décomposition de l'ouvrage (tranches, parties d'ouvrages, ouvrages élémentaires) Contraintes d'exécution ; Chronologie d'exécution Cycle de réalisation d'un niveau démarche de résolution ; points singuliers de réalisation phasage des ouvrages verticaux et horizontaux Cahier journalier de rotation des matériels	Identifier les tranches, les parties d'ouvrage et ouvrages élémentaires du projet Identifier les contraintes de réalisation Découper la réalisation en phases ordonnées Proposer une solution de cyclage de réalisation Définir les informations à fournir sur les plans de phasage des ouvrages et de rotation des matériels

Exemple d'une démarche à suivre par les élèves



Niveaux de maîtrise du logiciel

Pour chaque étape de la démarche plusieurs niveaux de maîtrise du logiciel peuvent s'envisager en fonction des capacités des étudiants. Cette activité peut être conduite en niveau 1 si le fichier de départ est enrichi des paramétrages et éléments de modèle nécessaires à l'étude.

Nive	eau d Ic	e maî gicie	trise I	du	Etapes de la démarche
1		2	2	3	Descriptif détaillé des tâches en fonction des niveaux de maîtrise du logiciel.
					Proposer une solution d'exécution
	x				Soit, renseigner dans les propriétés des objets si « Préfa » ou « CEP » pour faire apparaître un affichage différent suivant le mode constructif en utilisant un filtre déjà défini dans le fichier
				X	Soit, créer un paramètre « Mode constructif » et un filtre d'affichage lié à ce paramètre et gérer l'affichage en fonction des modes constructifs retenus
					Déterminer le poids des pièces préfabriquées
	x				Soit, récupération simple de données pour les différents éléments et faire la somme manuellement
ו"ו		ר°1	Χ		Soit, créer des éléments de type « volumes » et récupérer directement les caractéristiques
le l		de l			Déterminer les centres de gravité
r étuc	X	r étuc			Soit à partir d'éléments de type « volume » déjà présents dans la maquette. Donc gérer uniquement l'affichage de ces éléments
Voi		Voi	Χ		Soit, créer des éléments de type « volumes » et déterminer les CdG
-					Déterminer les portées
	x				Tracer une ligne de modèle entre le centre de gravité de l'élément préfa et l'axe de rotation de la grue.
					Déterminer la portée par cotation.
					Déterminer la capacité de levage
	X				Soit, régler dans les paramètres de la grue la position du chariot sur la flèche. Lire dans la capacité de levage correspondante.
				X	Soit, modifier la famille de grue en créant une étiquette qui indique à côté de la position du chariot la capacité de levage correspondante.

Possibilités d'exécutions

Compte tenu de la forme des gardes corps, la préfabrication est privilégiée.

• <u>ETUDE n°1</u> : Balcon préfabriqué dans sa globalité et poser en une seule fois.



• <u>ETUDE n°2</u> : Garde-corps préfabriqués et dalle balcon coulée en place



ETUDE N°1 : Balcon complet Préfa

Etape 1 – Proposition d'exécution

La première solution retenue est de préfabriquer le balcon en intégralité et de le poser directement à la grue.



Affichage de la solution « Préfa » ou « Coulé en place » par l'utilisation de filtres d'affichage

- Ouvrir la vue « 3D Modes constructifs »
- Lancer la commande 🗊 Visibilité/ Graphismes disponible dans le menu « Vue »
- Ouvrir l'onglet « Filtre »

			_					
	Remplacements visibility	é / graphisr	me pou Vue 3	3D: 3D Modes of	constructifs			
	Catégories de modèles	Catégories	d'annotations	Catégories de l	modèles analyti	ques Catégories	importées Filtre	es
Les deux filtres				Pi	rojection/Surfa	ace	Сог	upe
(Préfabrication et Coulé	Nom		Visibilité	Lignes	Motifs	Transparen	Lignes	Motifs
en place) sont définis	Préfabrication							
avoc dos propriótós	Coulé en place		✓					
d'affichage différentes.								
	Ajouter	Supprimer	Ha	ut De	escendre			
	Définissez et mod document ici.	lifiez tous les	filtres du	Modifier/Nou	veau			

Pour afficher les règles de filtrage de chacun des filtres, sélectionner un filtre et cliquer sur

Modifier/Nouveau...

Filtre « Préfabrication »	Filtre « Coulé en place »
Filtres Filtres Filtre par: Mode Constructif Coule en place Filtre par: Mode Constructif Filtre	Filtres Filtres Balcon étudié Pifete tim Coulé en place Edite of filtrage Edit of filtrage Edite of filtrage Edite of filtrage Edite of fi
La règle de filtrage est associée au paramètre « Mode Constructif » qui doit être égal à « Préfa »	La règle de filtrage est associée au paramètre « Mode Constructif » qui doit être égal à « CEP »

Définition du mode constructif retenu pour les différents éléments du balcon

- 1. Se placer dans la vue « 3D Modes constructifs »
- 2. Sélectionner des éléments du balcon
- 3. Saisir « Préfa » dans le champ du paramètre « Mode Constructif »

Ext. Voile BA 1	2 The Modifier	le type	
Extension supérieure	0.00		
limite de pièce			
lié au volume			
exte	-	* E	
Mode Constructif	Préfa 3		
ructure		*	
Structure			
Activer le modèle analytiqu	ue 📃		
Itilication structurelle	Non norteur		
Activer le modèle analytique Utilisation structurelle <u>Aide des propriétés</u> Arborescence du projet - Kellerma	App	onquer	
	lermann RNR	×	
5 - Toiture			
Plan Masse			
⊕ Plans de plafond			
Plan Masse			
u Plan Masse ⊡ Plans de plafond Uues 3D 3D Balcon étud	$ \rightarrow $		

4. Faire de même pour le reste des éléments constitutifs du balcon.

<u>Remarque :</u> Si le champ du paramètre « Mode Constructif » avait été renseigné par « CEP », les éléments concernés apparaîtraient conformément aux règles d'affichage du filtre « Coulé en place ».

Etape 2 – Détermination du poids propre des éléments constitutifs du balcon

Dans la vue {3D}, sélectionner chacun des éléments et relever son volume dans les propriétés de l'objet





Elément	Quantité	Volume Unitaire Poids unitaire	Poids Total
	2	0,323 m ³ 8,1 kN	16,2 kN
	1	1,707 m ³ 42,7 kN	42,7 kN
		VOLUME TOTAL : POIDS TOTAL :	2,353 m ³ 58,9 kN

Etape 3 – Recherche du centre de gravité du balcon complet

Revit ne permet pas de déterminer directement le centre de gravité d'un élément. Il faut utiliser un applicatif. Pour cela :

 Télécharger et installer l'applicatif DYNAMO qui permet le calcul du centre de gravité (Fichier « DynamoInstall0.8.2 »). Une fois installée, cette application est disponible dans l'onglet complément.



2. Charger dans le fichier Revit la famille « CdG v2.rfa » qui permet l'affichage dans Revit du centre de gravité sous forme d'une sphère jaune.

A. 00 8	© •	分•	d •	≅ • × 6	• A	0.0	E 🛃 9	≞		Kellerma	n v3 - Vu	ie 3D: {3	D}	► Entre	z mot-clé	ou expression
Archite	cture	Struct	ture	Systèmes	Insérer	Annoter	Analyser	Volume	et site	Collaborer	Vue	Gérer	Complém	ents Mo	difier	•
↓ Modifier	Lier Revit	Lier IFC	CAD Lier CAO	Annotation DWF	Vignet	te Nuage de points	Gestion des liens	Importer CAO	Importe gbXML	r Insé à partir du	rer J fichier	Image	Gérer les images	Charger la famille	[Charger g	r en tant que proupe
Sélectionner 👻				Lie	er -					Import	er		ĸ	Charger d	epuis la	bibliothèque
3. Da « (ins R	Revit	, clic	uer sur	l'icôn s l'int	ie Dynai terface	mo (Me	enu namo	_					ynar	no	
ou	vrir	le fi	chie	er « Affio	cheLe	eCentre	DeGra	avité.c	lyn»	Nouv	/eau				Foru	im de discussion

Noeud personnalisé

Ouvrin

4. Dans la boîte « Family Types » de l'algorithme de programmation, cliquer sur la flèche 🔽 et sélectionner la famille « cdg v2 » pour l'affichage du centre de gravité

Site Web Dynamo



Pour afficher dans Revit le centre de gravité d'un élément, il suffira ensuite de cliquer dans l'algorithme Dynamo sur le bouton sélectionner de la boîte « Select Model Element » et cliquer ensuite dans Revit sur l'objet dont on souhaite déterminer le centre de gravité. La position du centre de gravité sera matérialisée par le centre de la sphère jaune.

5. Afficher dans Revit l'élément de type « volume » représentant le balcon :

Le balcon étant constitué de plusieurs éléments différents, pour avoir le centre de gravité de l'ensemble il faut utiliser un « volume in situ » qui regroupe dans un seul objet les différents éléments du balcon (dalle et garde-corps).

Ce volume est déjà créé, il faut juste l'afficher et l'exploiter.

Ouvrir la vue {3D Modes const	ructifs} à partir de l'arborescence du projet.
	Architecture Systèmes Inséer Analyser Volume et site Collaborer Vue 20: (30) Entrez m Architecture Structure Systèmes Inséer Analyser Volume et site Collaborer Vue 20: (30) Entrez m Modifier Image: Structure Systèmes Africher les lignes cachées Image: Structure Structure<
Ouvrir la boite de dialogue de la commande « Visibilité	Propriétés ×
/ Graphismes » disponible dans le menu « Vue ».	Vue 3D. (3D) → → → Modifier le type Afficher les lignes cachés Par discipline > > Style d'affichage de l'an Aucun(e) → → Trajectoire du solei → → → Etendues ★
	Cadrer la vue Zone cadrée visible Cadrage de l'annotation Délimitation éliognée ac Décalage de la délimitat 30400.00 Zone de coupe
	Caméra A Paramètres de rendu Modifier

	Categories de modeles Trategories d	annotations	.ategories de n	nodeles analytiques	Categories imp	ortees Filtres		
	Afficher les catégories de modèle	es dans cette vu	e		Si	une catégorie n	'est pas cochée	, elle sera invisibl
	Liste de filtres: Architecture	-						
		P	rojection/Surf	ace	Co	upe	S. Wint	Niveau de
	Visibilité	Lignes	Motifs	Transparence	Lignes	Motifs	Demi-tei	détail
	Portes	-			-			Parvue
 Dans l'onglet « Catégories 	+ Poteaux							Par vue
da madàla », asabar la	+ Poteaux porteurs					1		Par vue
de modele », cocher la	🕀 🗹 Raidisseurs							Par vue
case devant le type	💿 🗹 Rampes d'accès							Parvue
	🖅 🗹 Routes							Par vue
« Volume »	Réseaux de poutres							Parvue
	🖈 🗹 Site							Par vue
	🖶 🗹 Sols							Parvue
Les éléments de type « volume »								Parvue
aont offición dans la viva dans	🗄 🗹 Systèmes de mobilier							Parvue
sont aniches dans la vue dans								Parvue
laquelle cette modification est faite	I Toits			-				Parvue
	I opographie							Parvue
		-						Parvue
	Tour	Inverse	Tout	lávelopper Re	mplacer les cou	ches hôtes		
	- Toda - Addin				Styles de ligne	s de coupe		Modifier
	Les catégories pop remplacées	sont tracées						,
	selon les paramètres de style d	objet.	Styles d'ol	bjets				

Le volume est affiché. Et le balcon constitué de plusieurs éléments (voiles droits, voiles courbes, une

dalle) est représenté en un seul volume sélectionnable en une seule fois. C'est à partir de ce volume que sera déterminée la position du centre de gravité du balcon.

riophetes	
R	
Volume (1)	✓ ☐ Modifier le typ
Contraintes	
Elévation	0.00
Se déplace avec les élér	me
Cotes	
Sols de volumes	Modifier
Surface au sol brute	
Superficie brute	31.011 m ²
Volume brut	2.443 m ³
Données d'identification	
Image	
Commentaires	

- 6. Déterminer la position du centre de gravité du balcon :
- Dans DYNAMO, cliquer sur « sélectionner » de la boîte « Select Model Element »
- Dans Revit, sélectionner le Volume représentant le balcon.

<u>Remarque</u> : A partir du moment où un objet a été sélectionné dans REVIT, Il peut apparaître dans DYNAMO. Utiliser les boutons de sélection en bas à droite de la fenêtre graphique pour zoomer, déplacer... l'algorithme ou la géométrie.



• Le centre de gravité s'affiche. Il est situé au centre de la sphère jaune.



Etape 4 – Détermination de la portée par rapport à l'axe de la grue

- Sur le plan d'étage correspondant « 3 R+2 », tracer une ligne représentant la portée entre l'axe de rotation de la grue et le centre de gravité déterminé.
- Déterminer la portée (Ci-dessous : 32,91 m pour le balcon étudié) par une cotation.



Etape 5 – Détermination de la capacité de levage à la portée correspondante

- Sélectionner la grue
 - Dans la fenêtre propriété, cliquer sur
- Dans la fenêtre « Propriété du type », saisir dans le champ Position du crochet la portée (arrondir à 5 m près la portée théorique, les valeurs des charges dans la famille de grue sont définies tous les 5 m).
- La capacité de levage à la portée considérée est donnée dans le champ Charge. Dans notre cas, 3200 kg.

<u>Remarque</u> : Vérification par rapport aux courbes de charges de la documentation technique de la grue

								-																
60 m	2,4		13,9	15	17	20	22	24,8	25,2	27	30	32	35	37	40	42	45	47	50	52	55	57	60	m
			8	7,3	6,3	5,2	4,6	4	4	3,7	3,2	3	2,7	2,5	2,2	2,1	1,9	1,8	1,65	1,55	1,45	1,35	1,25	t
55 m	2,4			15,6	17	20	22	25	27	28,5	29	32	35	37	40	42	45	47	50	52	55	m		
				8	7,4	6,1	5,5	4,7	4,3	4	4	3,5	3,2	3	2,7	2,5	2,3	2,2	2	1,9	1,75	t		
19 -												W												
50 m	2,4				18,6	20	22	25	27	30	32	34,1	34,8	37	40	42	45	47	50	m				
					8	7,4	6,6	5,6	5,1	4,7	4,3	4	4	3,7	3,4	3,2	2,9	2,8	2,55	t				

On retrouve bien la même capacité de levage.



Etape 6 – Validation ?

Le poids propre du balcon complet dépasse largement la capacité de levage de la grue à la portée considérée. Le choix de la grue étant imposé par l'entreprise, il faut revoir les modes de réalisation des balcons.

ETUDE n°2 – Gardes corps préfa et dalle balcon CEP

Modélisation d'un demi garde-corps

• Lancer l'outil « Volume in situ » du menu « Volume et Site ».





- Passage en mode esquisse de l'interface graphique. (Le modèle est représenté en demi-teinte)
 - 1. Dessiner l'esquisse avec les outils de dessin
 - 2. Sélectionner l'ensemble des traits de l'esquisse (qui doivent apparaître en bleu)
 - **3**. Définir qu'il s'agit d'un volume solide
- Kellerman v3 Plan d'étage: 2 R+1 ▷ □ ○ · ☆ · ☆ · ⇒ · 🔞 • 🔿 🏗 🔂 🔂 • 🖛 角 & ☆ & Se connecter - 🕱 ⑦ - 🗖 🖬 🚅 Entrez mot-clé ou e 밀 N/DOGO ATT -DK DK dia olo 🖏 間 × 4 一曲 \rightleftharpoons . ~ 7 X 7 - 🗊 😼 Sous-catégorie: NECCEN ▲ 🔿 🍀 🗖 🙅 1- Dessiner l'esquisse 4.0 Modifi J - 🐑 -+++++ K Crée une for Diviser Forme [proj... 🔻 Filtre Finir nule BNO DK. 😪 👬 🗐 🚔 🗙 Géométrie riétés Dessiner Plan de construction Presse Modifier Mesure Sélectionne Pro piers Solide 4- Valider la création Modifier | Lignes Hôte: Niveau : 2 - R+1 Afficher l'hôte Activer les cotes du volume - Keller Arborescence du projet Forme vide ul 83 ⊡_[0] Vues (tout) - Plans d'étage 3- Sélectionner Solide dans 0 - Sous So 1 - RdC l'outil "Créer une forme' 2 - R+1 R 3 - R+2 . 3 - R+2 Repérage balcons 3 - R+2 Repérage balcons Copie 1 4 - R+3 5 - Toiture Plan Masse Plans de plafond 2- Sélectionner É. Vues 3D l'ensemble de l'esquisse 3D Mode Const. Vue AR 3D Mode Const. Vue AV 3D Vue éclatée Modèle analytique (3D) {3D} Copie 1 Elévations Elévation Est Elévation Nord Elévation Oues
- 4. Valider par un clic sur la coche verte.

Le volume est créé avec une hauteur par défaut.



5. Ajuster le volume en utilisant les triangles bleus.



On retrouve le volume du garde-corps (0,323 m³). Poids du demi garde-corps préfa : 8,1 kN

Détermination de la position du centre de gravité d'un demi garde-corps

- Dans DYNAMO, cliquer sur « sélectionner » de la boîte « Select Model Element »
- Dans Revit, sélectionner le Volume représentant le balcon.
- Le centre de gravité s'affiche. Il est situé au centre de la sphère jaune.



Détermination de la portée



Adéquation Grue – Pièce préfa

La capacité de levage de la grue à 35 m (3,2 T) est supérieure au poids propre du garde-corps. Validation de ce mode constructif par rapport à la capacité de levage de la grue.