

*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 ».*

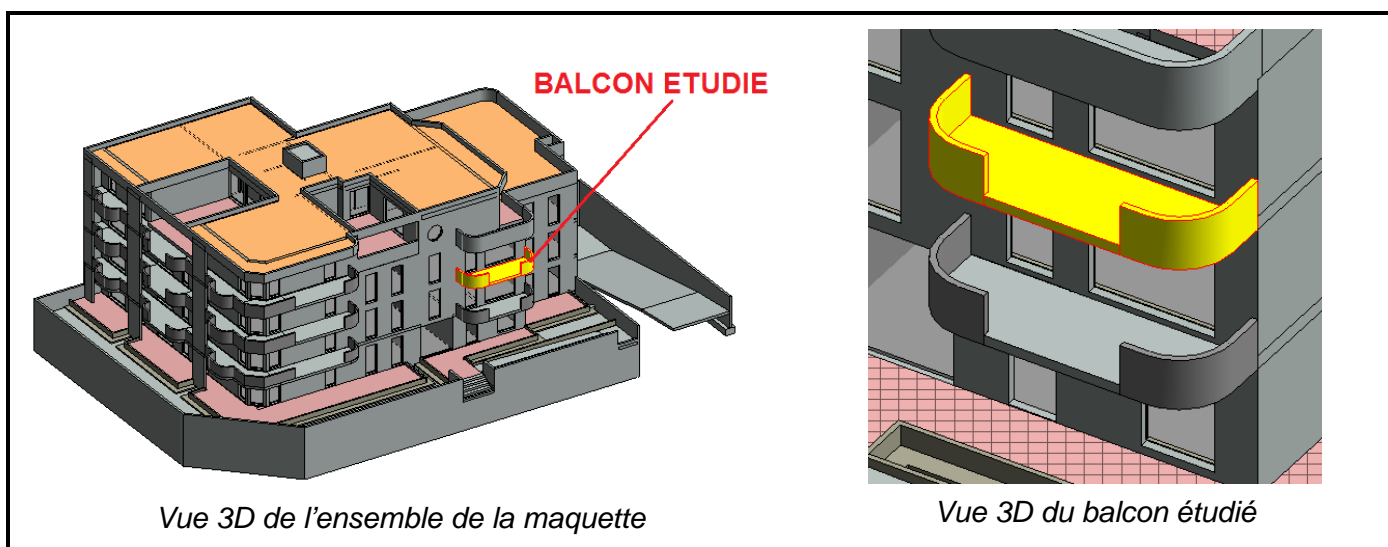
## Problématique - Mise en situation

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'applcatif 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	<b>C8</b> Établir les procédés de réalisation	UF2 Préparation de chantier	Conduite technique d'un chantier	18
			C9 Élaborer le processus de réalisation d'un ouvrage			
			C10 Analyser les risques et proposer des solutions			
			C11 Planifier les travaux			
			<b>C12</b> Définir l'installation de chantier			
			C13 Établir les documents préalables à l'ouverture d'un chantier			
			C7 Quantifier les besoins et estimer le coût d'un ouvrage élémentaire.	UF3 Etude économique	Etude économique d'un chantier	6
			C14 Élaborer le budget travaux			

### 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 voisins, réseaux existants, voiries, ...)  
Engins de levage (montage, démontage)

**Identifier les éléments ayant une incidence sur l'installation de chantier**

Positionner les engins de levage dans les trois dimensions,  
Définir les zones de survol en charges interdites  
Définir les interférences entre grues

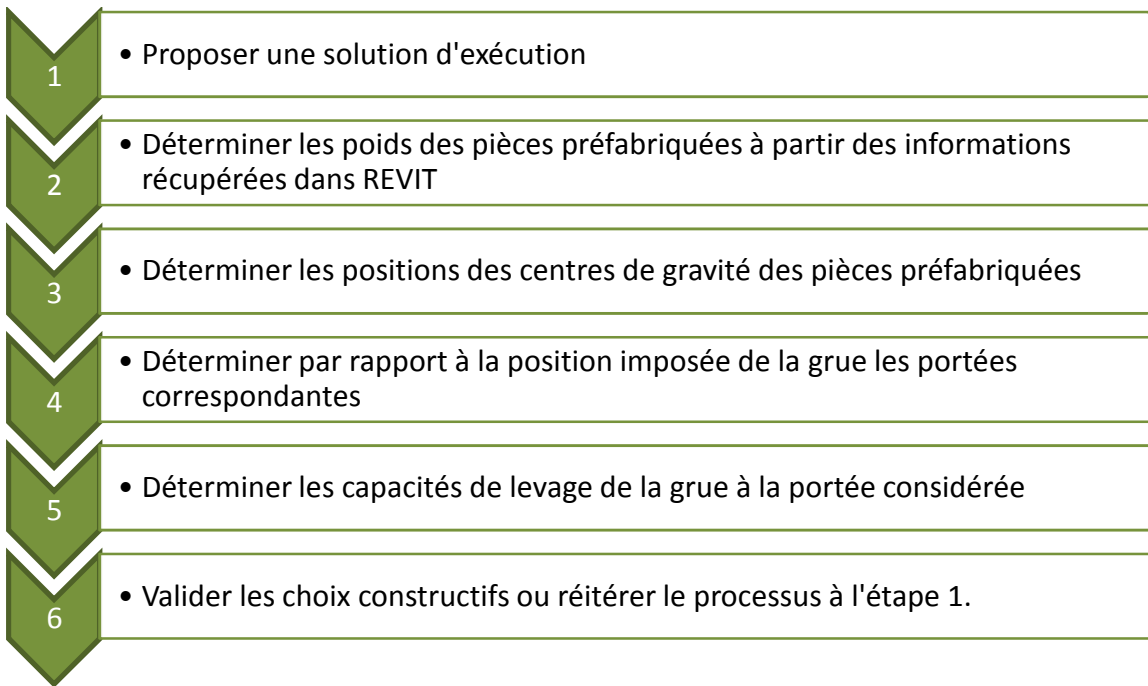
### MODULE CTC 5 : Planification et cyclages – Compétence **C8** : Etablir les procédés de réalisation

#### 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.

Niveau de maîtrise du logiciel			Etapes de la démarche
1	2	3	
Descriptif détaillé des tâches en fonction des niveaux de maîtrise du logiciel.			
Voir étude n°1	Voir étude n°2	X	<b>Proposer une solution d'exécution</b> 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 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
			<b>Déterminer le poids des pièces préfabriquées</b> Soit, récupération simple de données pour les différents éléments et faire la somme manuellement Soit, créer des éléments de type « volumes » et récupérer directement les caractéristiques
			<b>Déterminer les centres de gravité</b> Soit à partir d'éléments de type « volume » déjà présents dans la maquette. Donc gérer uniquement l'affichage de ces éléments Soit, créer des éléments de type « volumes » et déterminer les CdG
			<b>Déterminer les portées</b> 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.
			<b>Déterminer la capacité de levage</b> Soit, régler dans les paramètres de la grue la position du chariot sur la flèche. Lire dans la capacité de levage correspondante. Soit, modifier la famille de grue en créant une étiquette qui indique à côté de la position du chariot la capacité de levage correspondante.

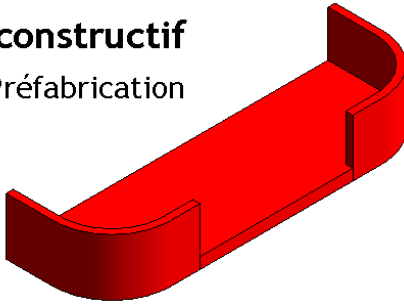
## Possibilités d'exécutions

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

- **ETUDE n°1** : Balcon préfabriqué dans sa globalité et poser en une seule fois.

### Mode constructif

 Préfabrication

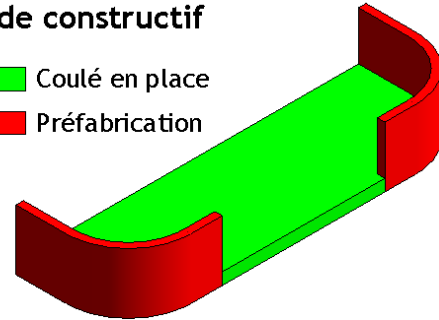


- **ETUDE n°2** : Garde-corps préfabriqués et dalle balcon coulée en place

### Mode constructif

 Coulé en place

 Préfabrication



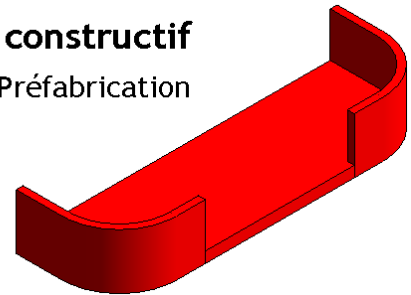
## ETUDE N°1 : Balcon complet Préfa

### Etape 1 – Proposition d'exécution


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

### Mode constructif

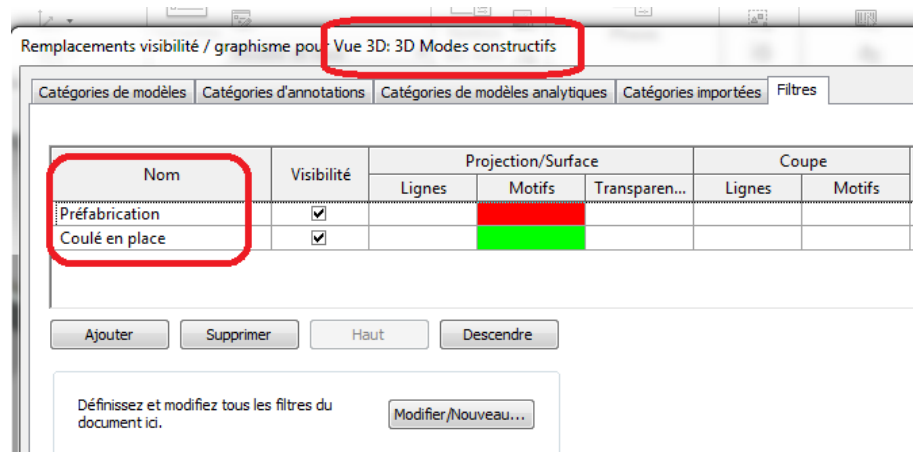
 Préfabrication



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


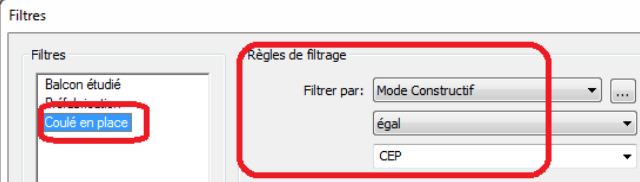
- Ouvrir la vue « 3D Modes constructifs »
- Lancer la commande  **Visibilité/ Graphismes** disponible dans le menu « Vue »
- Ouvrir l'onglet « Filtre »

Les deux filtres (Préfabrication et Coulé en place) sont définis avec des propriétés d'affichage différentes.



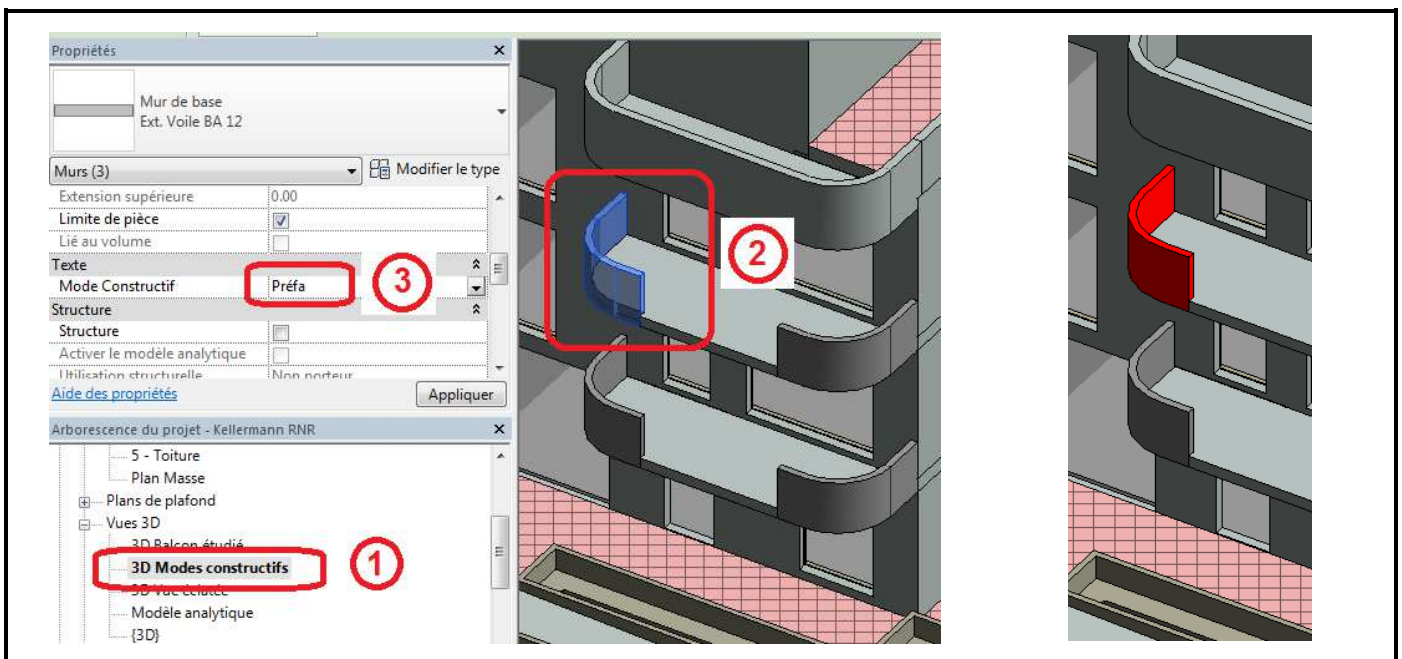
- Pour afficher les règles de filtrage de chacun des filtres, sélectionner un filtre et cliquer sur

**Modifier/Nouveau...**

Filtre « Préfabrication »	Filtre « Coulé en place »
	
<p>La règle de filtrage est associée au paramètre « Mode Constructif » qui doit être égal à « <b>Préfa</b> »</p>	<p>La règle de filtrage est associée au paramètre « Mode Constructif » qui doit être égal à « <b>CEP</b> »</p>

### 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 »

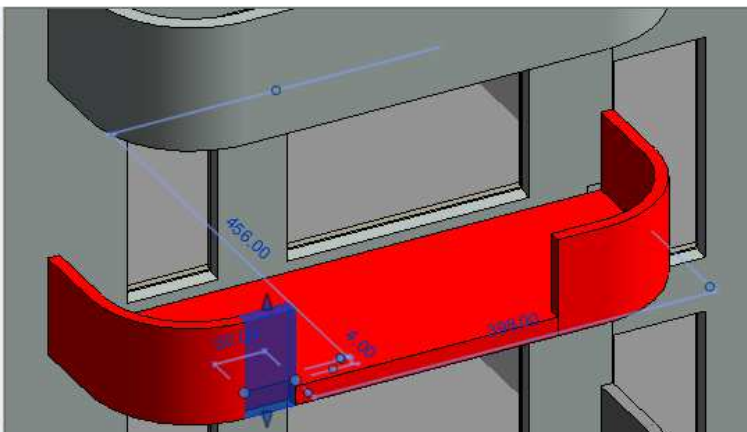
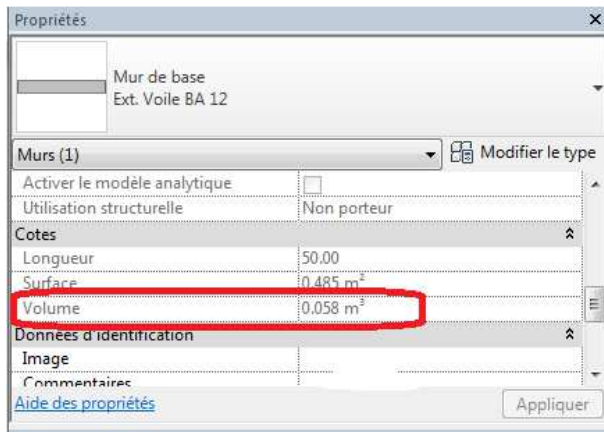


4. Faire de même pour le reste des éléments constitutifs du balcon.

**Remarque :** 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



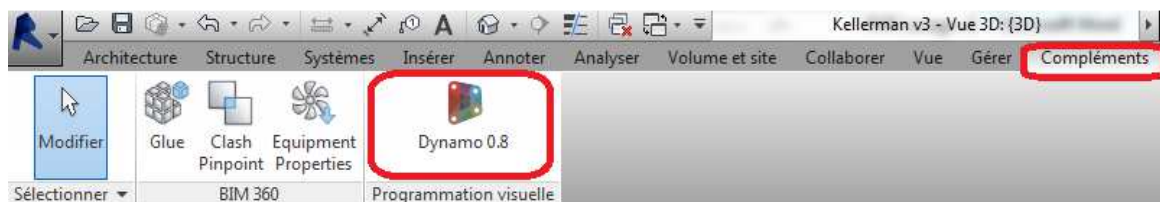
Élément																																						
Volume	<table border="1"> <tr><th colspan="2">Cotes</th></tr> <tr><td>Longueur</td><td>50.00</td></tr> <tr><td>Surface</td><td>0.485 m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Volume</td><td>0.058 m<sup>3</sup></td></tr> </table>	Cotes		Longueur	50.00	Surface	0.485 m <sup>2</sup>	Volume	0.058 m <sup>3</sup>	<table border="1"> <tr><th colspan="2">Cotes</th></tr> <tr><td>Longueur</td><td>147.66</td></tr> <tr><td>Surface</td><td>1.524 m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Volume</td><td>0.172 m<sup>3</sup></td></tr> </table>	Cotes		Longueur	147.66	Surface	1.524 m <sup>2</sup>	Volume	0.172 m <sup>3</sup>	<table border="1"> <tr><th colspan="2">Cotes</th></tr> <tr><td>Longueur</td><td>92.50</td></tr> <tr><td>Surface</td><td>0.776 m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Volume</td><td>0.093 m<sup>3</sup></td></tr> </table>	Cotes		Longueur	92.50	Surface	0.776 m <sup>2</sup>	Volume	0.093 m <sup>3</sup>	<table border="1"> <tr><th colspan="2">Cotes</th></tr> <tr><td>Inclinaison</td><td></td></tr> <tr><td>Périmètre</td><td>1356.46</td></tr> <tr><td>Surface</td><td>8.984 m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Volume</td><td>1.707 m<sup>3</sup></td></tr> </table>	Cotes		Inclinaison		Périmètre	1356.46	Surface	8.984 m <sup>2</sup>	Volume	1.707 m <sup>3</sup>
Cotes																																						
Longueur	50.00																																					
Surface	0.485 m <sup>2</sup>																																					
Volume	0.058 m <sup>3</sup>																																					
Cotes																																						
Longueur	147.66																																					
Surface	1.524 m <sup>2</sup>																																					
Volume	0.172 m <sup>3</sup>																																					
Cotes																																						
Longueur	92.50																																					
Surface	0.776 m <sup>2</sup>																																					
Volume	0.093 m <sup>3</sup>																																					
Cotes																																						
Inclinaison																																						
Périmètre	1356.46																																					
Surface	8.984 m <sup>2</sup>																																					
Volume	1.707 m <sup>3</sup>																																					

Élément	Quantité	Volume Unitaire Poids unitaire	Poids Total
	2	0,323 m <sup>3</sup> 8,1 kN	16,2 kN
	1	1,707 m <sup>3</sup> 42,7 kN	42,7 kN
		<b>VOLUME TOTAL :</b> <b>POIDS TOTAL :</b>	<b>----- 2,353 m<sup>3</sup></b> <b>----- 58,9 kN</b>

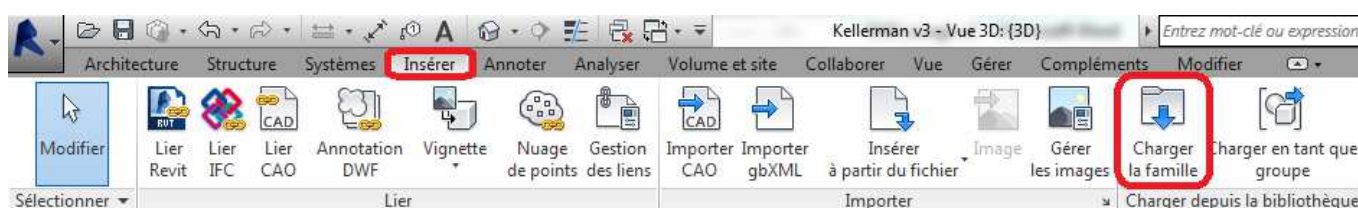
### Étape 3 – Recherche du centre de gravité du balcon complet

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

1. **Télécharger et installer l'applicatif DYNAMO** qui permet le calcul du centre de gravité (Fichier « DynamolInstall0.8.2 »). Une fois installée, cette application est disponible dans l'onglet complément.




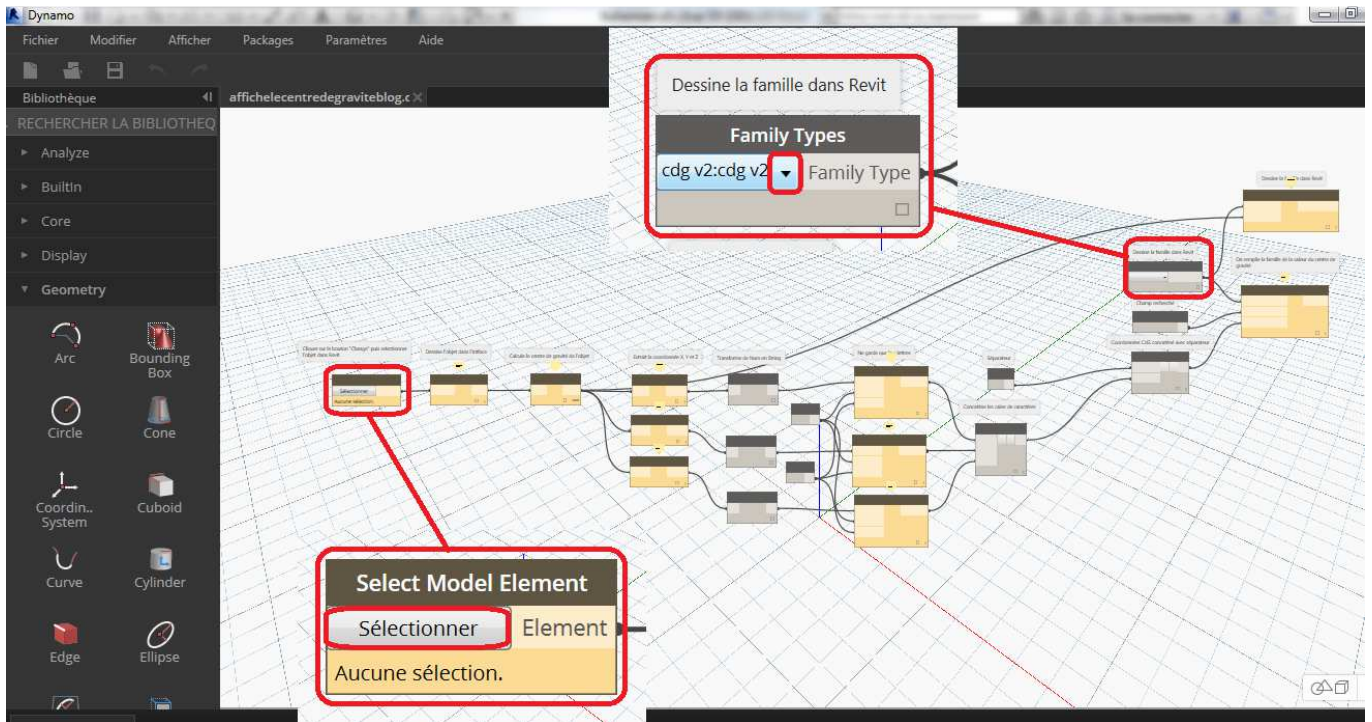
2. **Charger dans le fichier Revit la famille « CdG v2.rfa »** qui permet l'affichage dans Revit du centre de gravité sous forme d'une sphère jaune.



3. Dans Revit, cliquer sur l'icône Dynamo (Menu « Complément »). **Dans l'interface de Dynamo, ouvrir le fichier « AfficheLeCentreDeGravité.dyn »**



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



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.

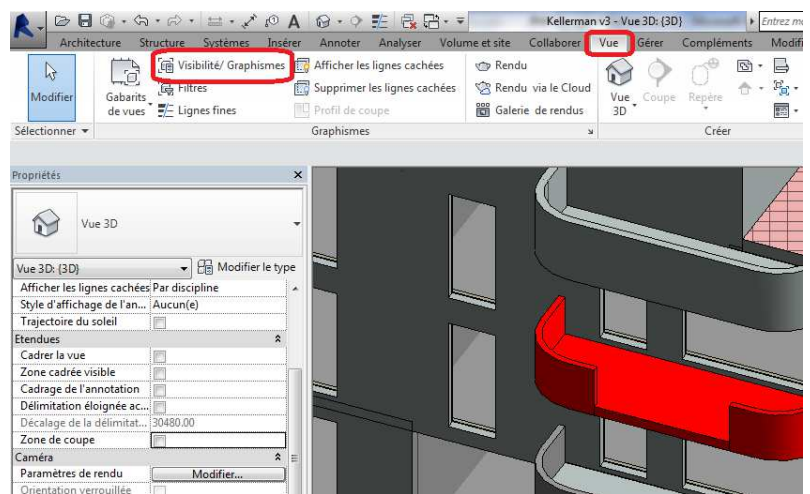
**5. Afficher dans Revit l'élément de type « volume » représentant le balcon :**

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 constructifs} à partir de l'arborescence du projet.

- Ouvrir la boîte de dialogue de la commande « Visibilité / Graphismes » disponible dans le menu « Vue ».





- Dans l'onglet « Catégories de modèle », cocher la case devant le type « Volume »

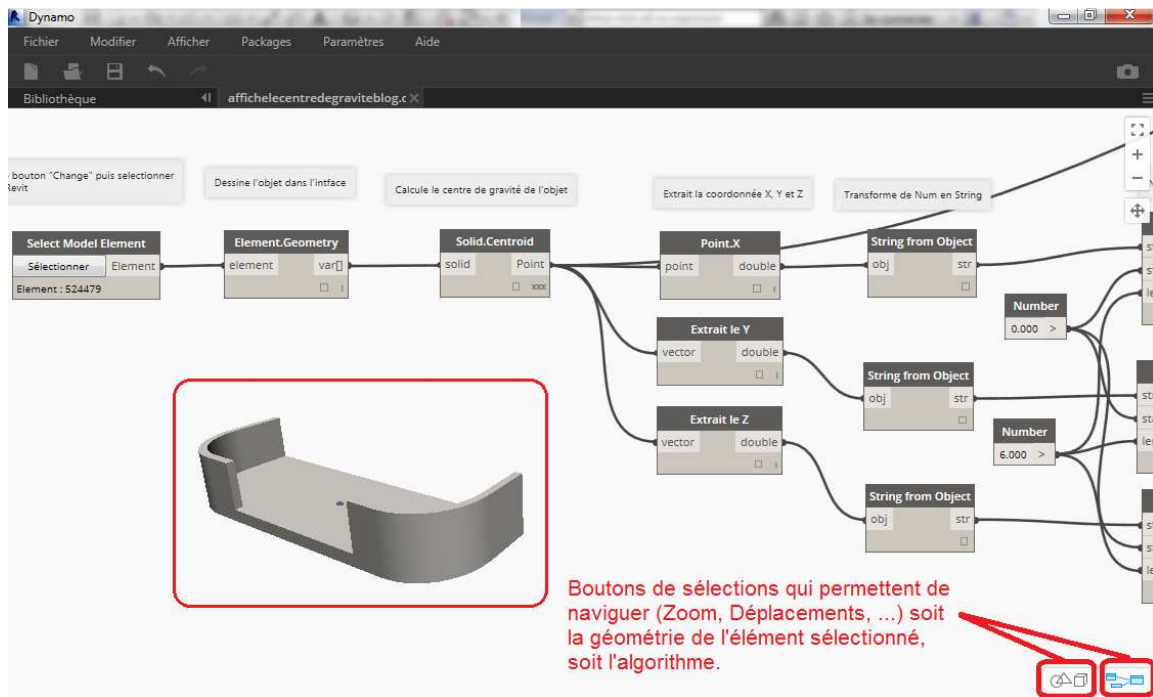
Les éléments de type « volume » sont affichés dans la vue dans laquelle cette modification est faite.

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.

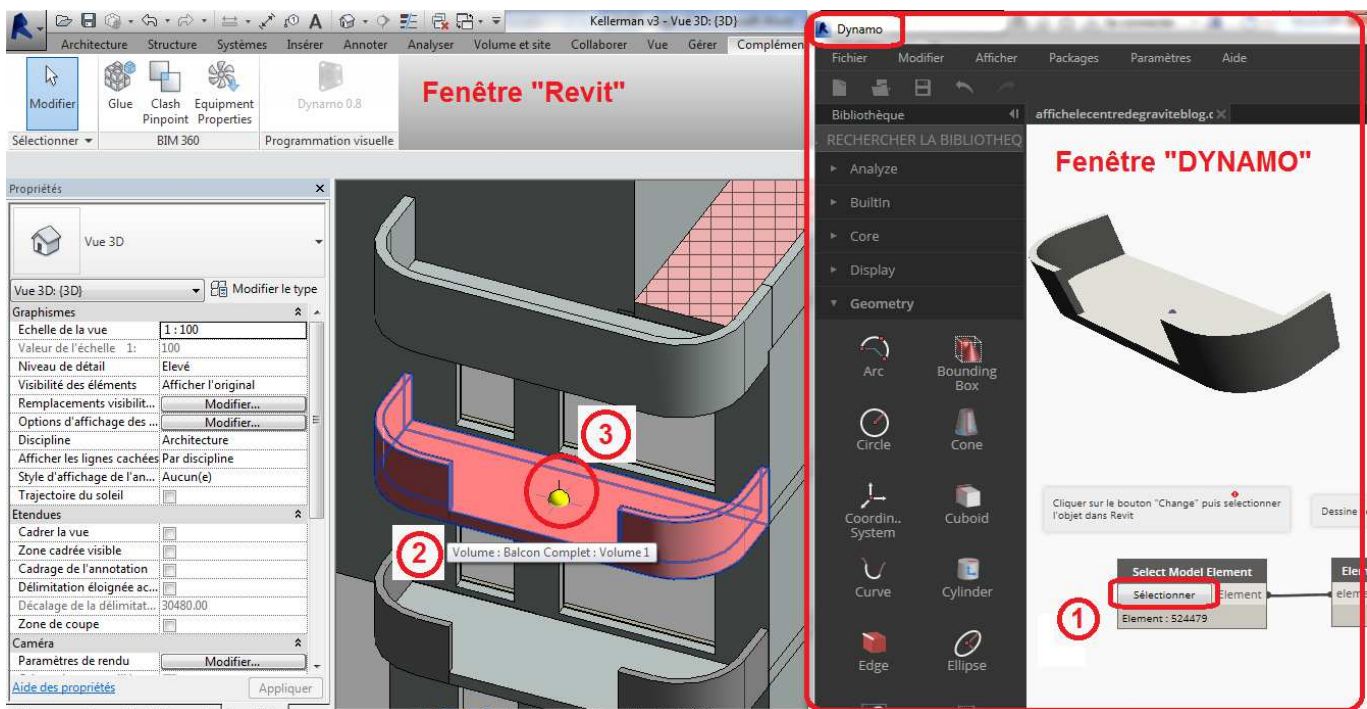
### 6. Déterminer la position du centre de gravité du balcon :

- Dans DYNAMO, cliquer sur « sélectionner » de la boîte « Select Model Element »
- Dans Revit, sélectionner le Volume représentant le balcon.

Remarque : 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.

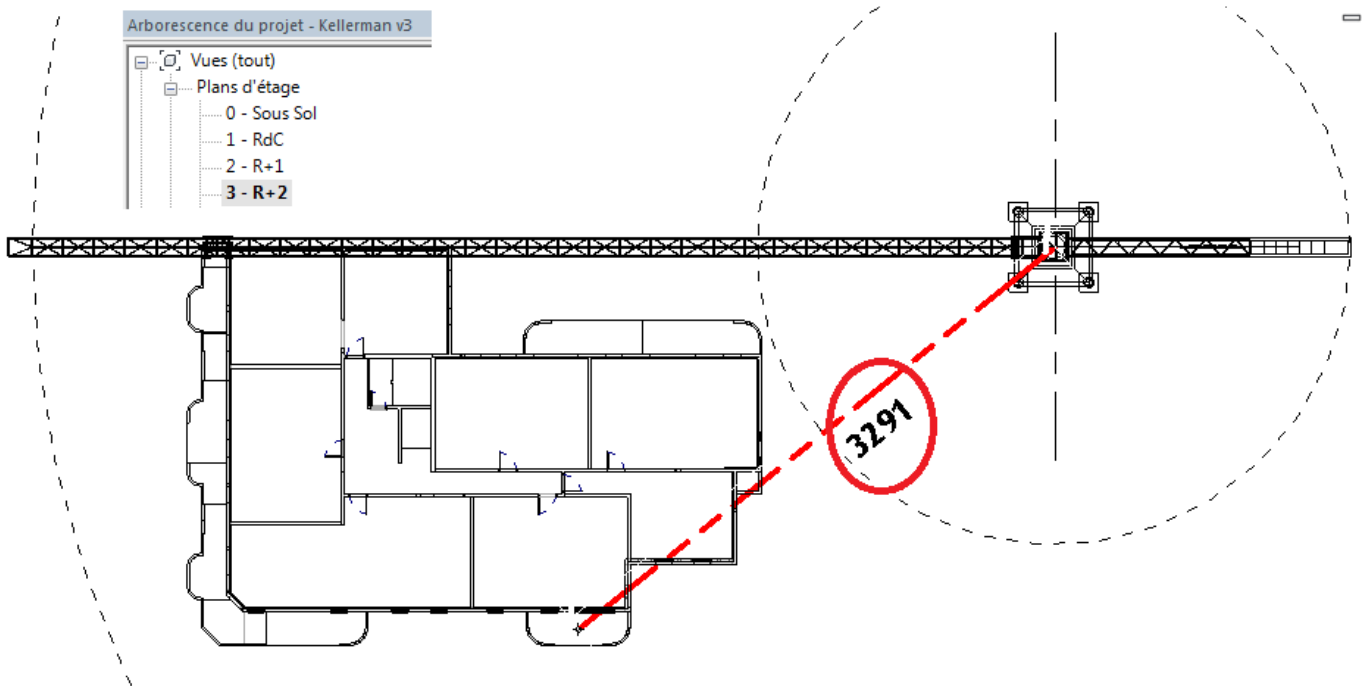


- Le centre de gravité s'affiche. Il est situé au centre de la sphère jaune.



#### **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.



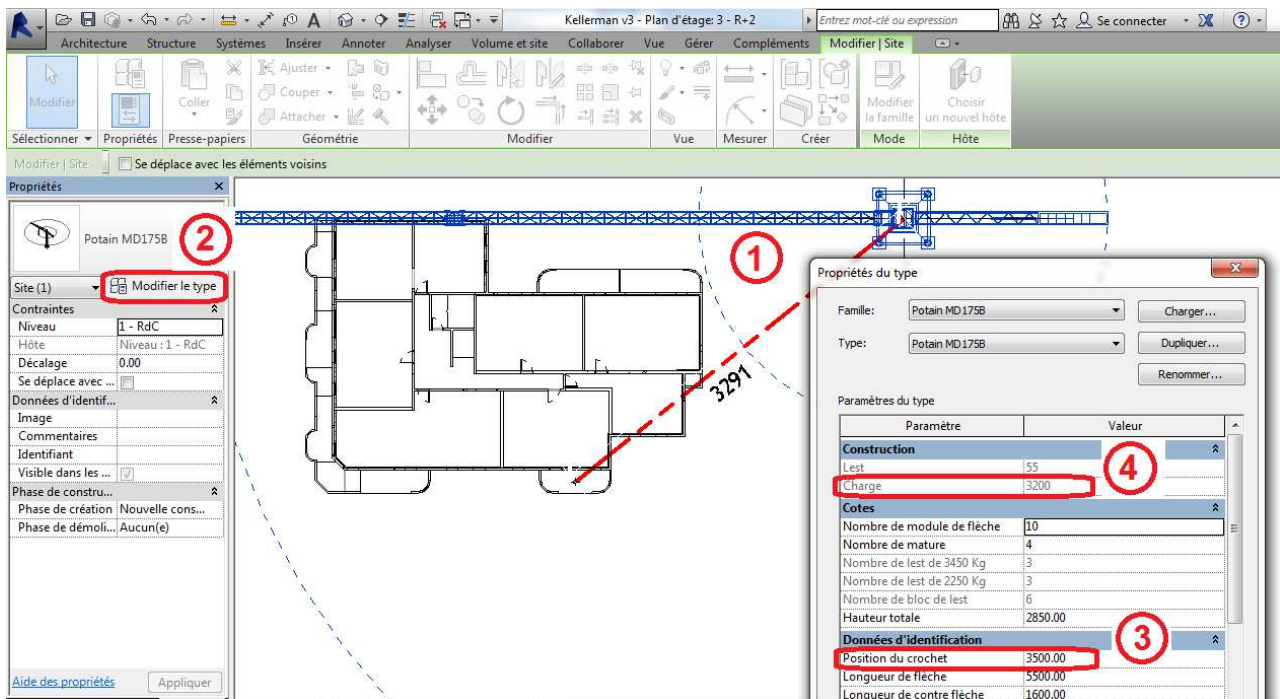
### Étape 5 – Détermination de la capacité de levage à la portée correspondante

- Sélectionner la grue
- Dans la fenêtre propriété, cliquer sur Modifier le type
- Dans la fenêtre « Propriété du type », saisir dans le champ  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 . Dans notre cas, 3200 kg.

Remarque : 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			
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.

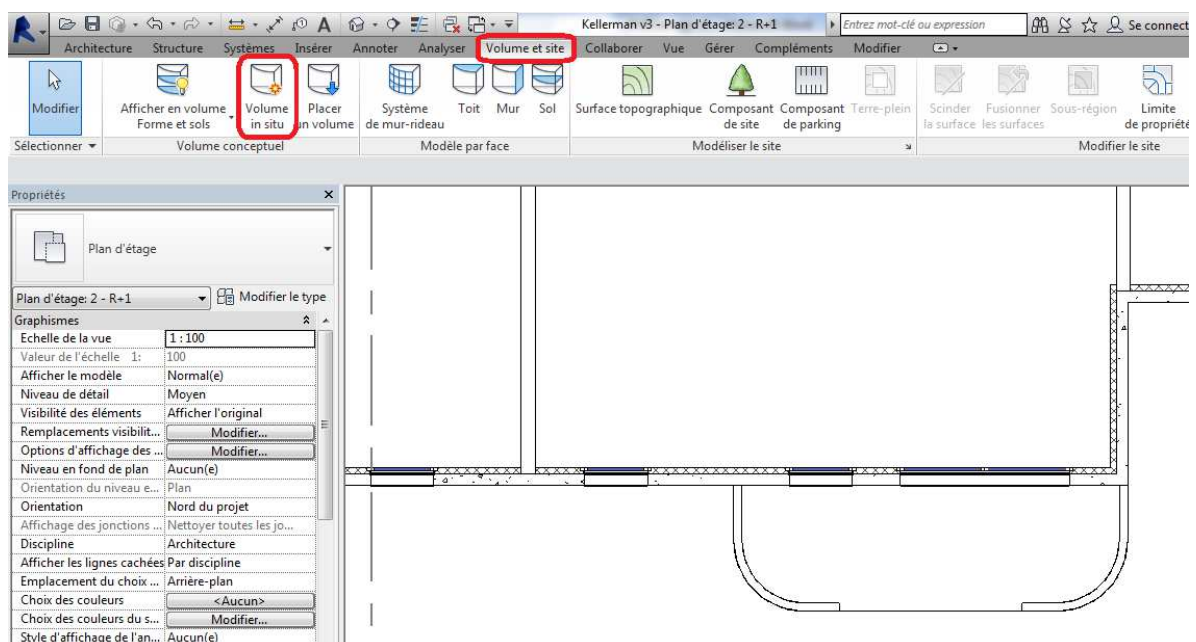
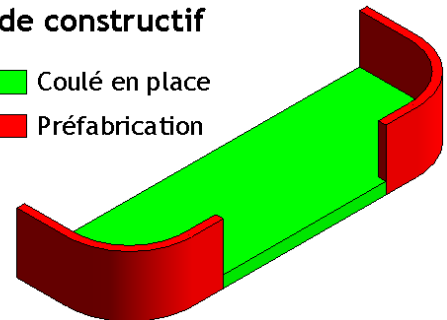
## ETUDE n°2 – Gardes corps préfa et dalle balcon CEP

### Modélisation d'un demi garde-corps

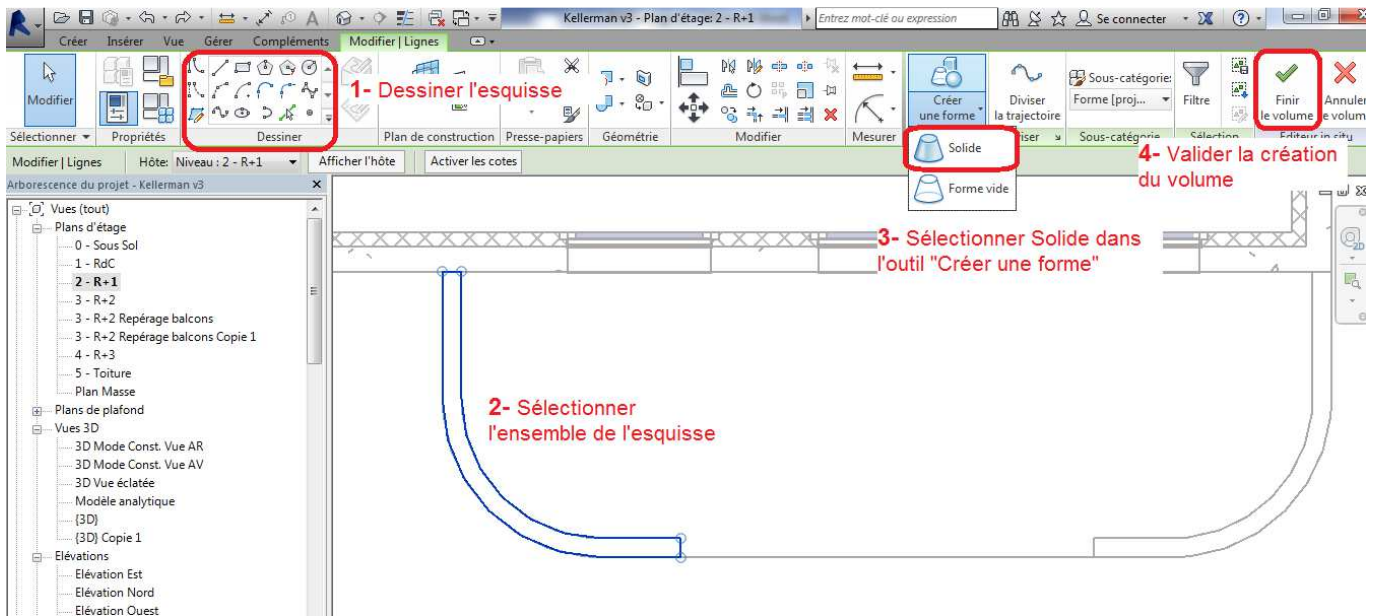
- Lancer l'outil « Volume in situ » du menu « Volume et Site ».

### Mode constructif

- Coulé en place
- Préfabrication

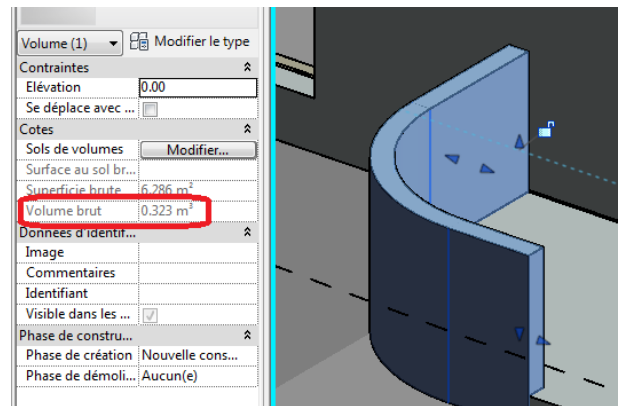
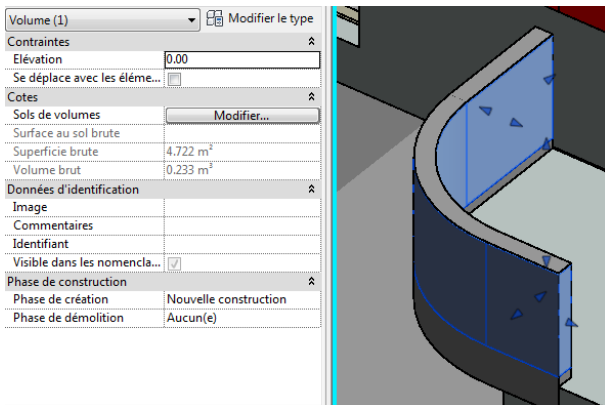


- Passage en mode esquisse de l'interface graphique. (Le modèle est représenté en demi-teinte)
  1. Dessiner l'esquisse avec les outils de dessin
  2. Sélectionner l'ensemble des traits de l'esquisse (qui doivent apparaître en bleu)
  3. Définir qu'il s'agit d'un volume solide
  4. Valider par un clic sur la coche verte.



Le volume est créé avec une hauteur par défaut.

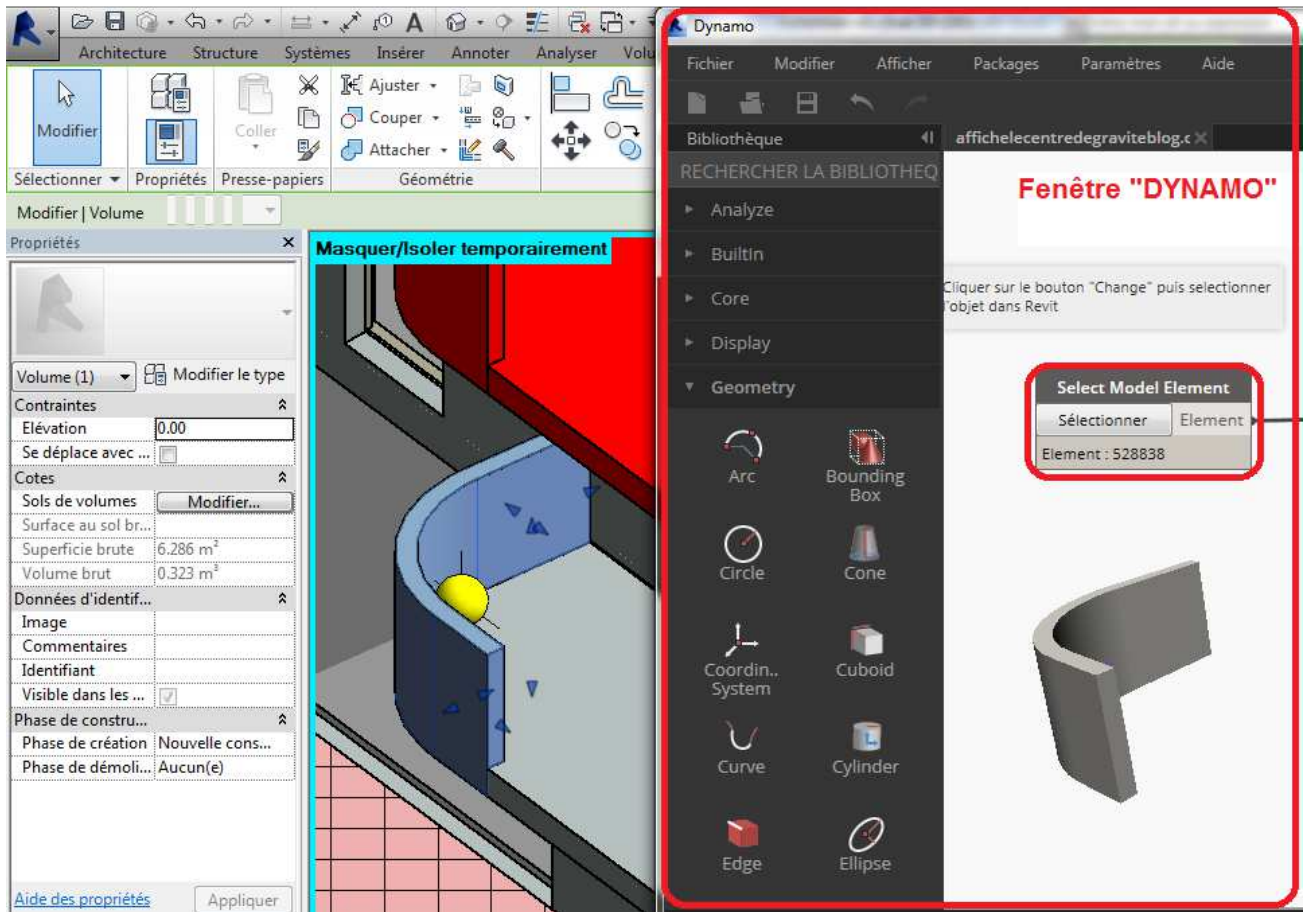
5. Ajuster le volume en utilisant les triangles bleus.



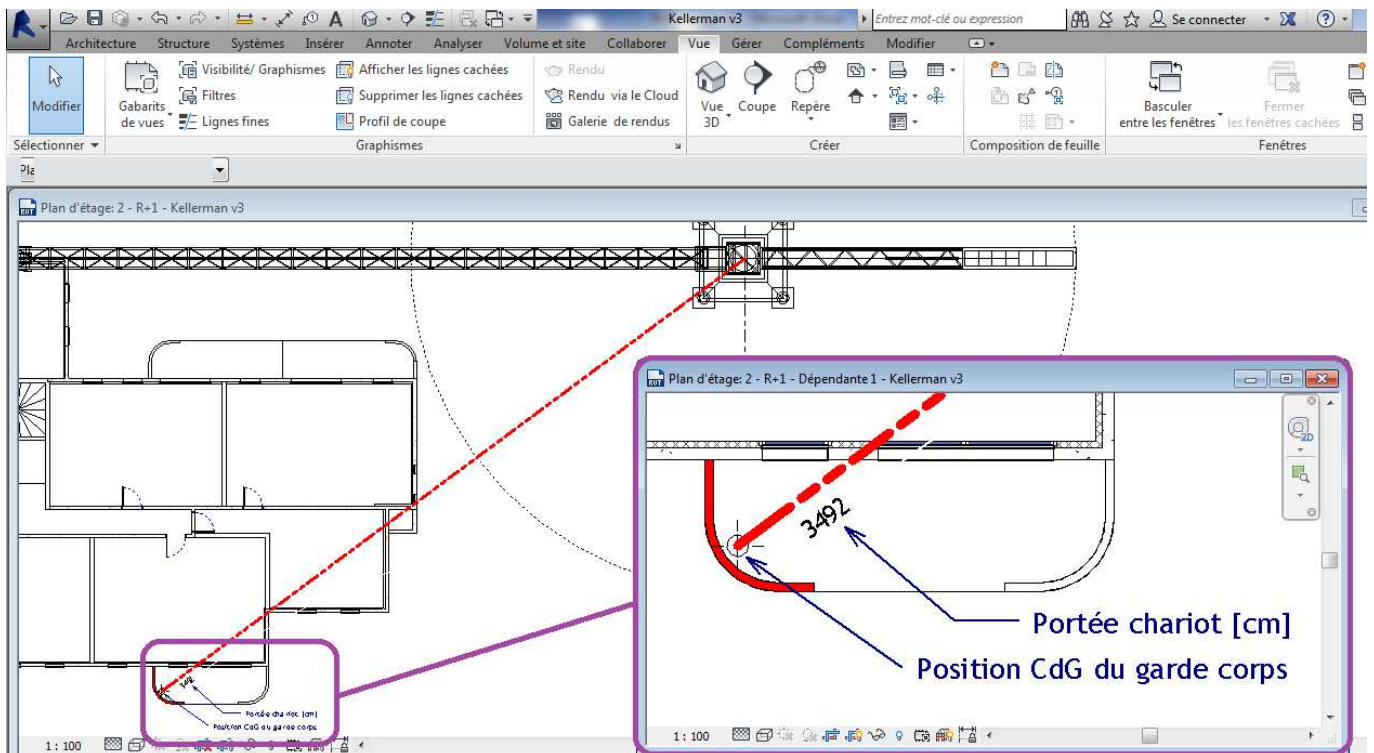
On retrouve le volume du garde-corps (0,323 m<sup>3</sup>).  
Poids du demi garde-corps préfa : 8,1 kN

### 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.