



LES MARCS D'OR
LYCÉE POLYVALENT

Enseigner avec les processus BIM

Adéquation de grue

Couplage REVIT - EXCEL par DYNAMO

Niveau : BTS Bâtiment

thomas.drouynot@ac-dijon.fr



RÉGION ACADÉMIQUE
BOURGOGNE
FRANCHE-COMTÉ



Présentation de l'étude	2
Objectif de l'étude	2
Principe de l'évaluation	3
<i>Récupération depuis la maquette Revit.....</i>	<i>3</i>
<i>Courbes de charges de la grue.....</i>	<i>3</i>
<i>Algorithme du processus</i>	<i>3</i>
Affichage des résultats de l'analyse dans Revit	4
<i>Paramètre « Préfa Levage »</i>	<i>4</i>
<i>Fonctionnement des filtres de remplacements de graphisme.....</i>	<i>4</i>
<i>Visualisation dans Revit du résultat de l'exécution du script d'adéquation</i>	<i>6</i>
Présentation de DYNAMO	6
Description du processus	7
ETAPE 1 : Créer le paramètre « Préfa Groupe »	7
ETAPE 2 : Renseigner le paramètre « Préfa Groupe »	7
ETAPE 3 : Génération automatique des volumes	8
Exécution du script.....	9
Génération des volumes dans Revit	10
Script de génération automatique des volumes.....	10
<i>Aperçu global du script</i>	<i>10</i>
<i>Explications du fonctionnement du script.....</i>	<i>10</i>
ETAPE 4 : Adéquation de grue	11
Grue	11
Longueur de flèche	11
Exécution du script « 02_Adéquation.dyn »	11
Script Dynamo « 02_Adéquation.dyn »	12
<i>Aperçu global du script</i>	<i>12</i>
<i>Explications du fonctionnement du script.....</i>	<i>12</i>
ETAPE 5 : Résultats et analyse	12
ETAPE 6 : Ajustements matériels et/ou modes constructifs	13
Modification de la flèche : (passage de 35 à 40m)	13
ETAPE 7 : Exécution du script.....	14
ETAPE 8 : Résultats et analyse	14
Déplacement de la zone de livraison et exécution du script	15
Détails des Scripts DYNAMO	15
Création des volumes	15
Adéquation de grue.....	16

Cette ressource a pu être établie grâce au travail présenté par **Dieter Vermeulen** lors des **Autodesk University 2016** sur les **possibilités et l'utilisation de Dynamo** dans des processus d'optimisation des grues.

Les fichiers Revit fournis sont au format 2018.

Cette ressource nécessite l'installation du package « BIM4Struct.CraneAnalysis » pour Dynamo.

Fichiers et documents fournis

- Script Dynamo « 01_Volumes.dyn »
- Script dynamo « 02_Adéquation.dyn »
- Fichiers Revit au format 2018 des Etapes 1 – 2 – 3 – 4 – 7 & 8 du processus décrit dans ce document.
- Fichier Excel des courbes de charges de la grue MD 150
- Fichier Excel des courbes de charges de la grue MD 218 A J10

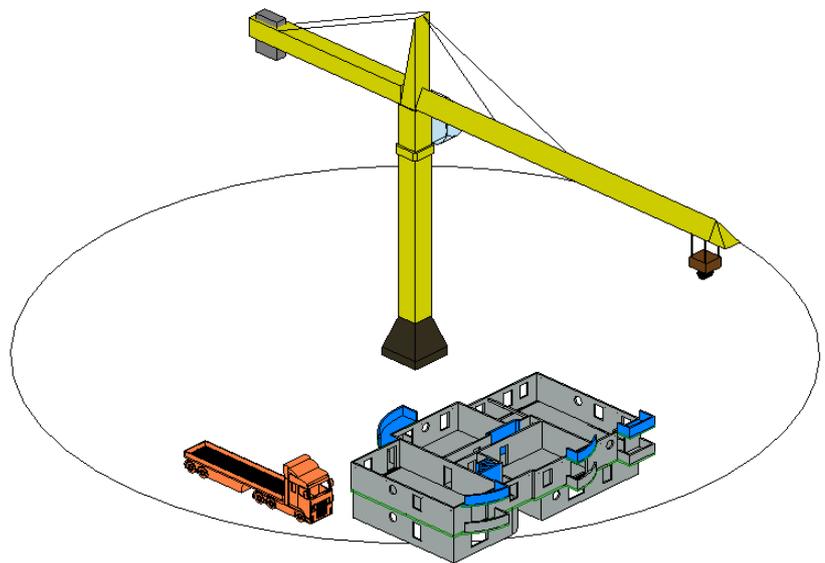
Présentation de l'étude

Objectif de l'étude

L'objectif de cette ressource est de **valider le positionnement et le type de la grue** par rapport à :

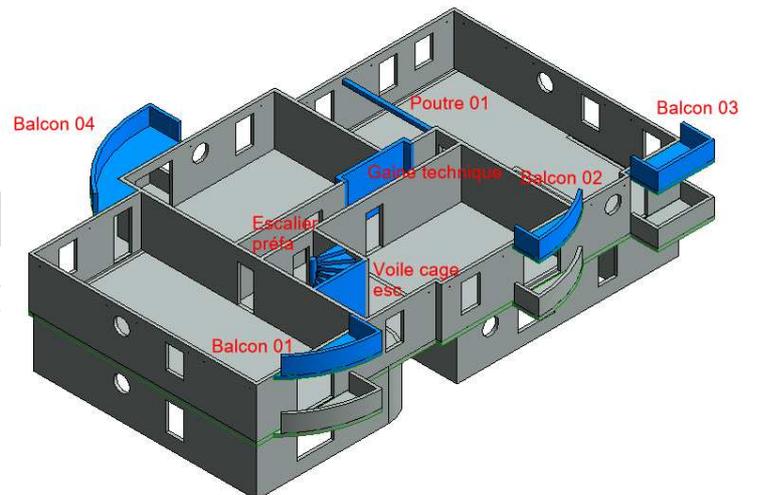
- Sa capacité de levage en fonction de la portée
- Des choix effectués par le chantier pour les pièces préfabriquées
- La position du camion de déchargement
- La position des éléments préfabriqués dans l'ouvrage

Le modèle de grue est générique. La géométrie ne correspond pas à la géométrie réelle de la grue. Ce n'est pas gênant sachant que l'objectif de l'étude est de réaliser une vérification sur la charge uniquement.



Les éléments préfabriqués retenus sur ce projet exemple sont les suivants :

- « Balcon 01 » : Dalle (Sols) + GC (2 murs)
- « Balcon 02 » : Dalle (Sols) + GC (2 murs)
- « Balcon 03 » : Dalle (Sols) + GC (3 murs)
- « Balcon 04 » : Dalle (Sols) + GC (2 murs)
- « Escalier préfa » : Volée + Poteau
- « Gaine technique » : 3 murs
- « Voile cage esc » : 1 mur
- « Poutre 01 » : 1 ossature



Principe de l'évaluation

Récupération depuis la maquette Revit

Pour les pièces préfabriquées	Pour la grue	Pour le camion
<ul style="list-style-type: none"> - Du poids des éléments préfabriqués - Des coordonnées du centre de gravité des ensembles préfabriqués 	<ul style="list-style-type: none"> - Des coordonnées de l'axe de rotation de la grue - De la longueur de la flèche 	<ul style="list-style-type: none"> - Des coordonnées de la position du camion

Courbes de charges de la grue

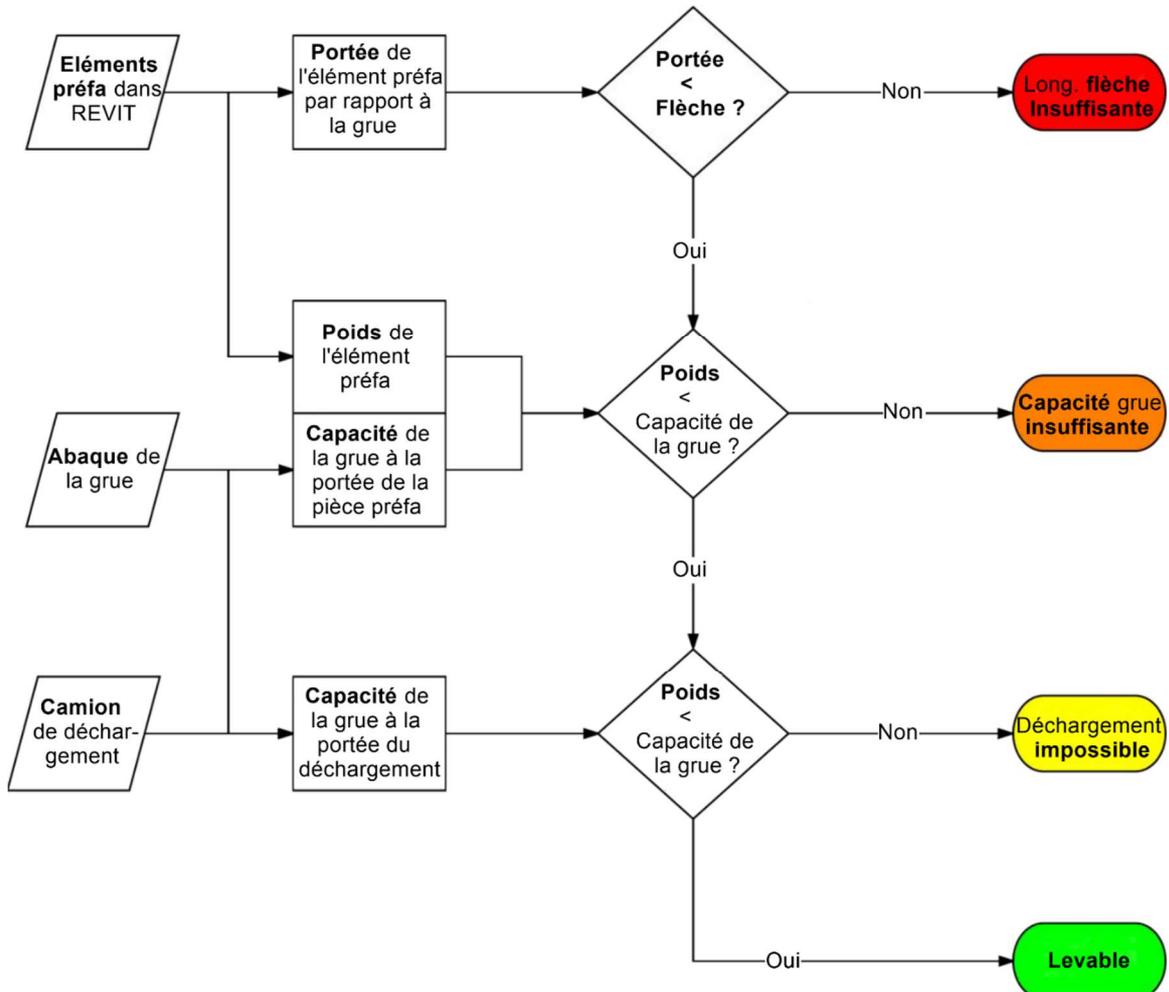
Pour chaque type de grue, les courbes de charges sont détaillées dans un fichier Excel par onglet en fonction de la longueur de la flèche de la grue. L'illustration ci-contre présente pour la grue Potain MD 150, la courbe de charge correspondant à une flèche de 40 m. Les portées sont en [m] et les charges en [daN].

Portée	Charge
18	8000
20	6970
22	6240
25	5370
27	4900
30	4310
32	4000
35	3650
37	3410
40	3100

Algorithme du processus

LYCÉE POLYVALENT

La validation de la capacité de manutention des pièces préfabriquées se fait suivant le processus suivant :



Affichage des résultats de l'analyse dans Revit

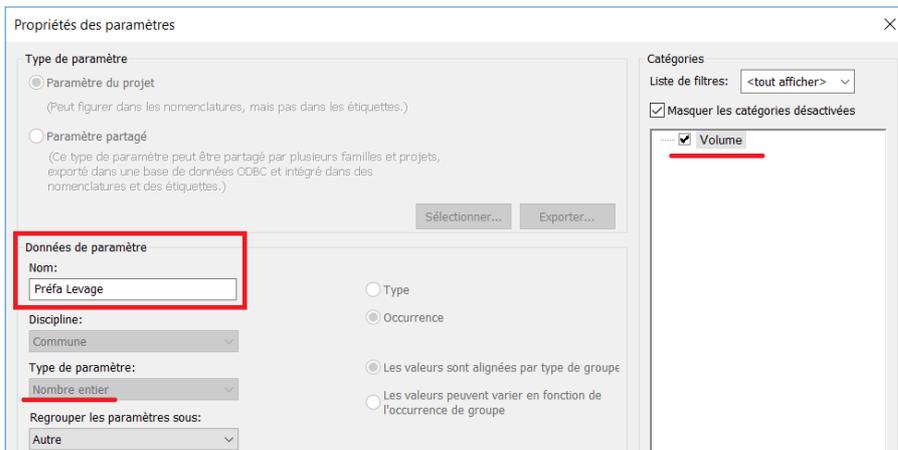
Pour chacun des « Volumes » correspondants aux ensembles préfabriqués, un paramètre de projet « Préfa Levage » (déjà présent dans les fichiers RVT fournis) sera renseigné automatiquement en fonction du processus ci-dessus et des remplacements de graphismes (vert, jaune, orange, rouge) seront appliqués par des filtres.

Paramètre « Préfa Levage »

Pour accéder au paramètre :

- Onglet : « Gérer »
- Palette : « Paramètres »
- Commande  : « Paramètres du projet »

« Préfa Levage » est défini comme un entier. Les valeurs exploitées par les filtres seront 0, 1, 2 ou 3.



Valeur du paramètre « Préfa Levage »	Commentaire	Couleur d'affichage de la pièce dans Revit par les filtres
0	Élément déchargeable et mise en place possible	Vert
2	Élément trop lourd pour la grue (avec ou sans problème de déchargement)	Orange
3	Élément hors de la portée de la grue (quel que soit son poids et avec ou sans problème au déchargement)	Rouge
1	Élément trop lourd au déchargement mais mise en œuvre possible	Jaune

Fonctionnement des filtres de remplacements de graphisme

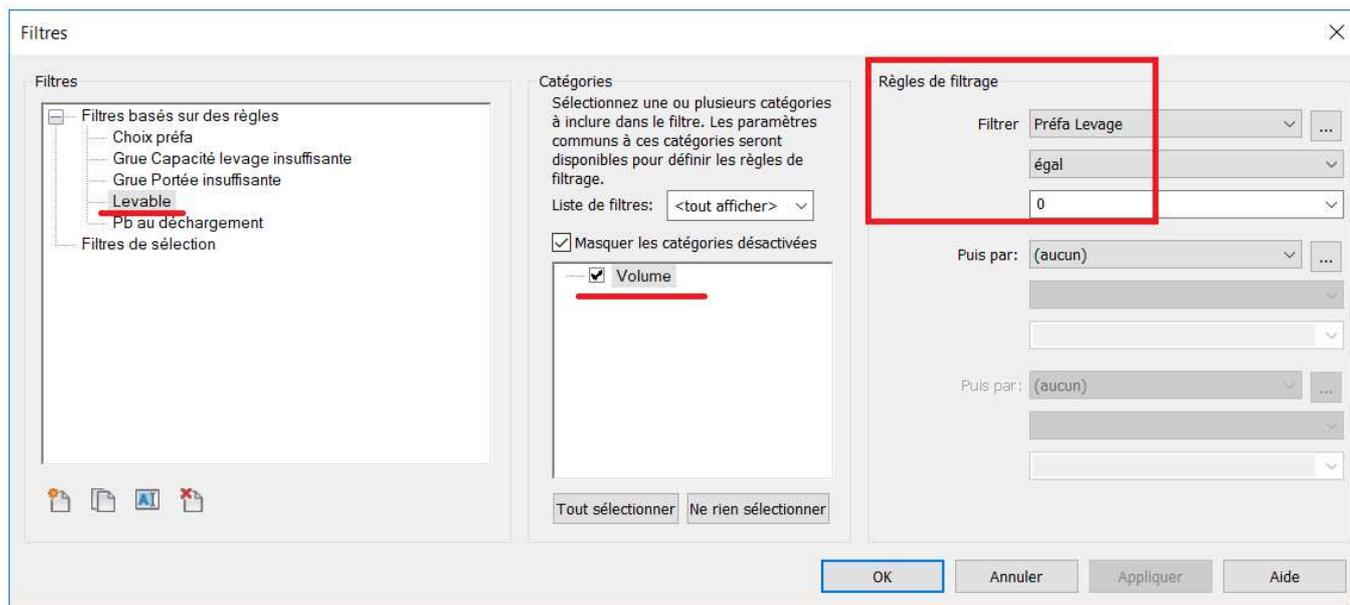
Remplacements visibilité / graphisme pour Vue 3D: 3D Travail Choix Préfa NE

Catégories de modèles | Catégories d'annotations | Catégories de modèles analytiques | Catégories importées | **Filtres**

Nom	Visibilité	Projection/Surface			Coupe		Demi-teinte
		Lignes	Motifs	Transparence	Lignes	Motifs	
Grue Portée insuffisante	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Grue Capacité levage insuffisante	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Pb au déchargement	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Levable	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>

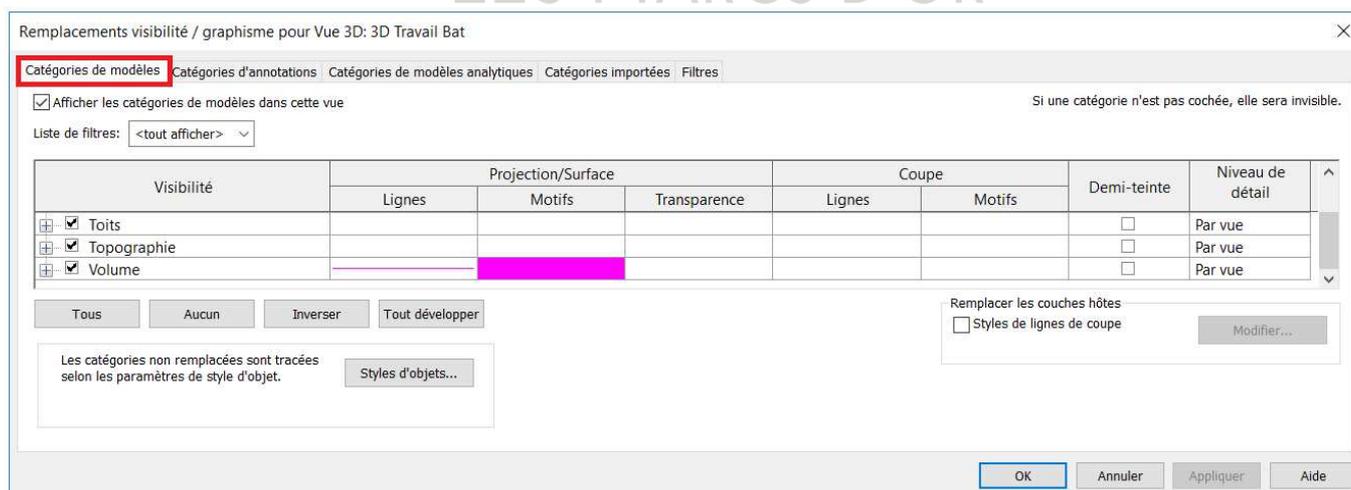
Ajouter | Supprimer | Haut | Descendre

Exemple pour le filtre « Levable » :



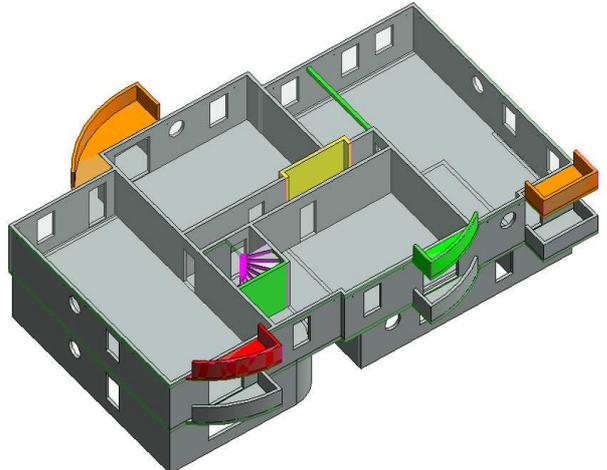
Dans le cas d'une impossibilité pour le logiciel à conduire les différents calculs, le volume de l'élément préfabriqué considéré restera affiché en violet.

LES MARCS D'OR



LES MARCS D'OR
LYCÉE POLYVALENT

Grue Potain MD 150 – Flèche de 35 m



<Nomenclature de volumes>				
A	B	C	D	E
Préfa Groupe	Préfa Volume	Préfa Masse	Préfa Portée	Préfa Levage
Balcon 01	1.756 m³	4390 kg	37.26	3
Balcon 02	1.424 m³	3560 kg	32.01	0
Balcon 03	1.832 m³	4580 kg	30.55	2
Balcon 04	2.754 m³	6890 kg	23.87	2
Escalier préfa	1.183 m³	2960 kg	0.00	
Gaine technique	2.168 m³	5420 kg	24.60	1
Poutre 01	0.197 m³	490 kg	21.19	0
Voile cage esc.	1.312 m³	3280 kg	31.80	0

- Balcon 01 : Hors zone de balayage de la grue
- Balcon 02 : **OK**
- Balcon 03 : Capacité de levage dépassée
- Balcon 04 : Capacité de levage dépassée
- Escalier préfa : **Erreur – Pb de calcul du CdG**
- Gaine technique : Possibilité de mise en œuvre mais zone de déchargement trop éloignée
- Poutre 01 : **OK**
- Voile préfa esc : **OK**

Présentation de DYNAMO

Dynamo est une extension présente dans Revit qui permet notamment l'extraction d'informations de la maquette numérique et l'automatisation de processus dans un souci de productivité.

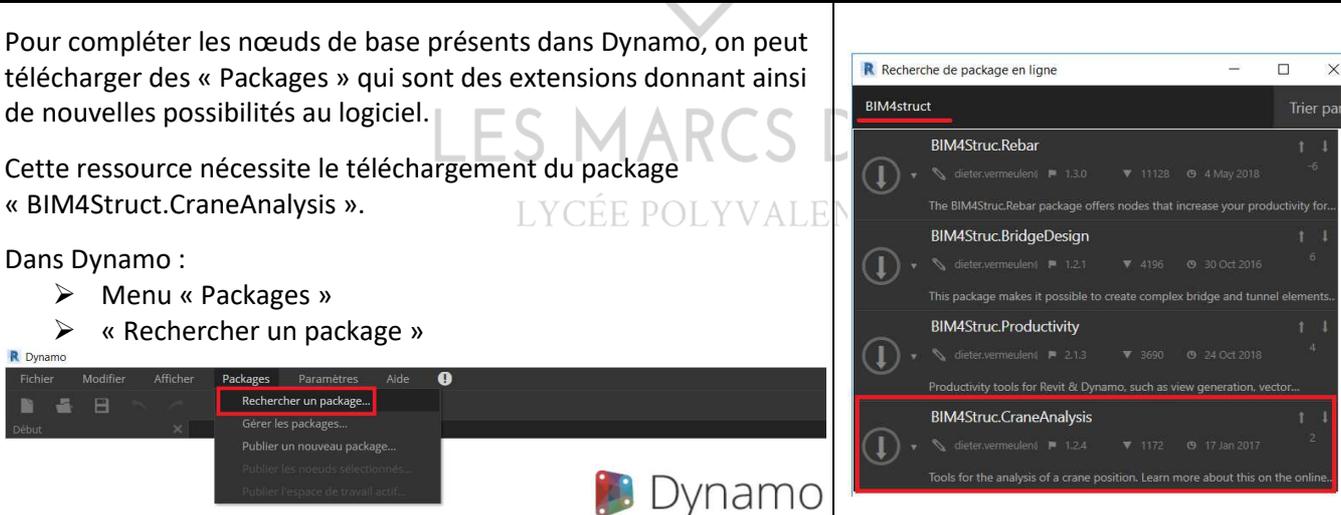
La programmation dans Dynamo est une programmation de type visuel utilisant des nœuds avec des données d'entrées et des sorties.

Pour compléter les nœuds de base présents dans Dynamo, on peut télécharger des « Packages » qui sont des extensions donnant ainsi de nouvelles possibilités au logiciel.

Cette ressource nécessite le téléchargement du package « BIM4Struct.CraneAnalysis ».

Dans Dynamo :

- Menu « Packages »
- « Rechercher un package »



Description du processus

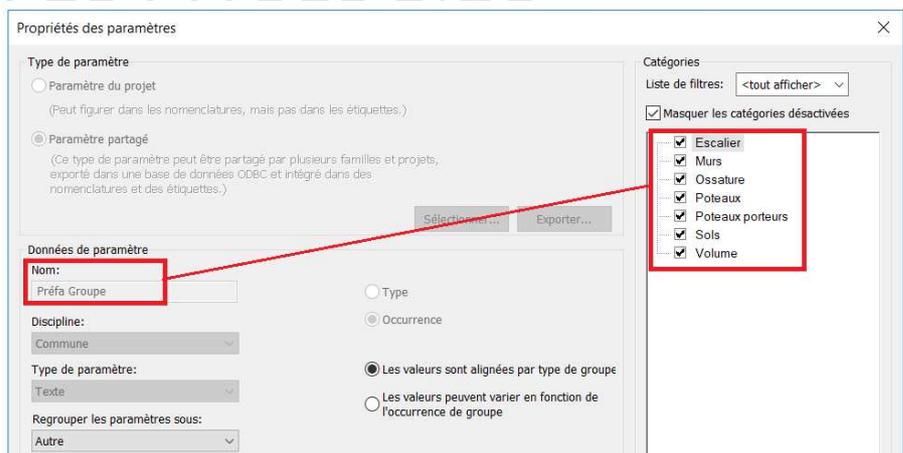
- ETAPE 1** Création d'un paramètre « Préfa Groupe »
- ETAPE 2** Renseignement du paramètre « Préfa Groupe » pour les objets concernés des catégories « Murs », « Sols », « Poteaux », « Escaliers », « Ossatures » ...
- ETAPE 3** Exécution du programme « 01_Volumes.dyn » pour générer un objet de catégorie « Volume » dans Revit pour chaque ensemble préfabriqué
- ETAPE 4** Exécution du programme « 02_Adéquation.dyn » pour vérifier l'adéquation des charges entre la grue et les pièces préfabriquées. Ce programme a besoin de 3 données d'entrée qui seront à préciser :
 - La sélection dans Revit de la grue
 - La sélection dans Revit du camion de livraison
 - Le chemin d'accès du fichier Excel précisant les courbes de charges de la grue testée
- ETAPE 5** Analyse des résultats
- ETAPE 6** Corrections en fonction des résultats
- ETAPE 7** Exécution du programme « 02_Adéquation.dyn »
- ETAPE 8** Analyse des résultats
- ETAPE 9** Etc....

ETAPE 1 : Créer le paramètre « Préfa Groupe »

Création d'un paramètre « Préfa Groupe » affecté aux catégories :

- Escalier
- Murs
- Poteaux
- Poteaux porteurs
- Sols
- Volumes

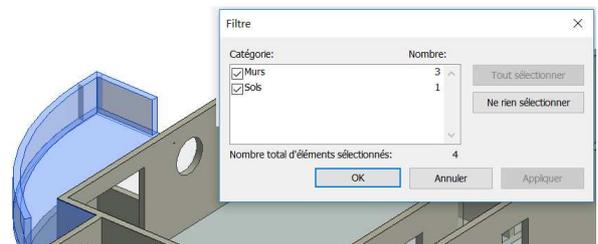
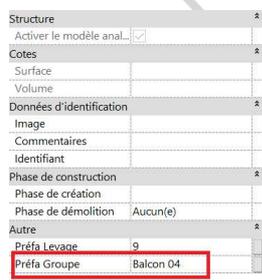
Ce paramètre peut être affecté à d'autres catégories de Revit en fonction des besoins en préfabrication. Dans le fichier RVT fourni, le paramètre est déjà créé.



ETAPE 2 : Renseigner le paramètre « Préfa Groupe »

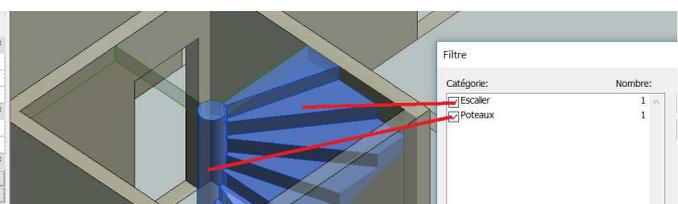
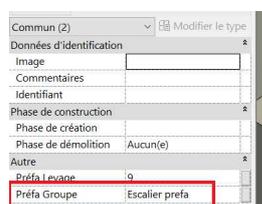
Tous les composants d'un même ensemble préfa auront ce paramètre renseigné de la même manière.

Le balcon ci-contre, désigné « Balcon 04 » dans « Préfa Groupe » est constitué de trois objets de catégorie *Murs* pour le GC et d'un objet de catégorie *Sols* pour la dalle.

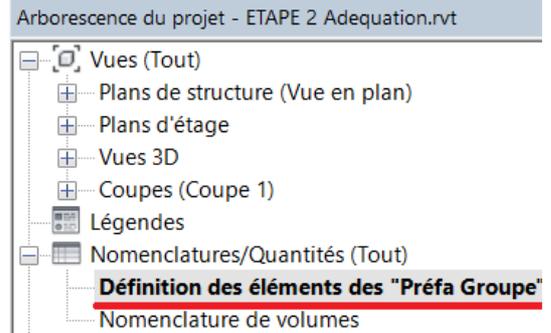


Chacun de ces 4 objets devra avoir le paramètre « Préfa Groupe » renseigné avec « Balcon 04 ».

L'escalier ci-contre désigné « Escalier préfa » dans « Préfa Groupe » est constitué d'un élément de catégorie *Poteaux* et d'un élément de catégorie *Escalier*.



La nomenclature ci-dessous présente la valeur du paramètre « Préfa Groupe » pour chaque composant faisant partie d'un ensemble préfabriqué.

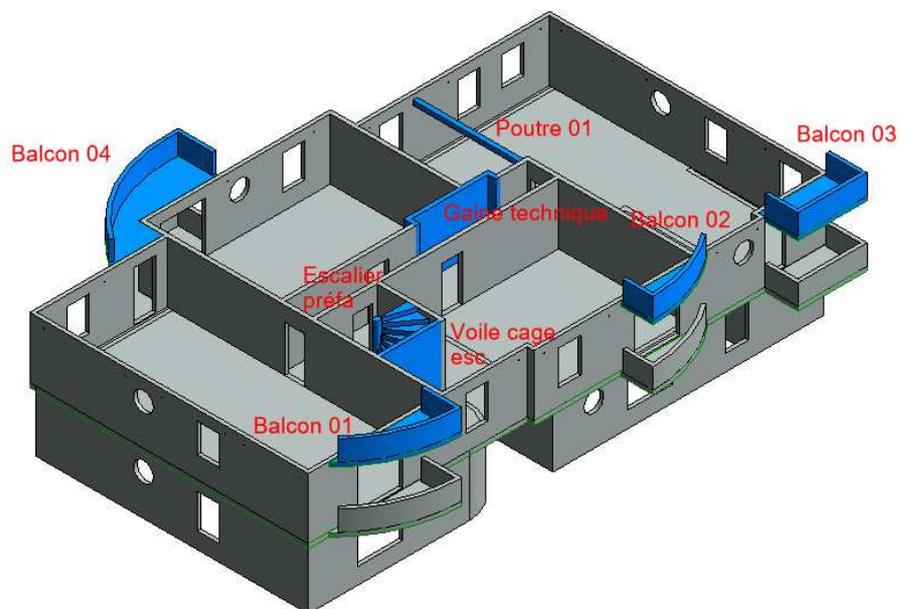


Définition des éléments des "Préfa Groupe"			
Préfa Groupe	Famille	Type	Matériau: Volume
Balcon 01	Sol	Dalle en béton - 180	0.918 m³
Balcon 01	Mur de base	Générique - Ext. 160 mm	0.239 m³
Balcon 01	Mur de base	Générique - Ext. 160 mm	0.599 m³
Balcon 01			1.756 m³
Balcon 02	Sol	Dalle en béton - 180	0.700 m³
Balcon 02	Mur de base	Générique - Ext. 160 mm	0.552 m³
Balcon 02	Mur de base	Générique - Ext. 160 mm	0.173 m³
Balcon 02			1.424 m³
Balcon 03	Sol	Dalle en béton - 180	0.982 m³
Balcon 03	Mur de base	Générique - Ext. 160 mm	0.210 m³
Balcon 03	Mur de base	Générique - Ext. 160 mm	0.423 m³
Balcon 03	Mur de base	Générique - Ext. 160 mm	0.216 m³
Balcon 03			1.832 m³
Balcon 04	Sol	Dalle en béton - 180	1.577 m³
Balcon 04	Mur de base	Générique - Ext. 160 mm	0.862 m³
Balcon 04	Mur de base	Générique - Ext. 160 mm	0.094 m³
Balcon 04	Mur de base	Générique - Ext. 160 mm	0.222 m³
Balcon 04			2.754 m³

Définition des éléments des "Préfa Groupe"			
Préfa Groupe	Famille	Type	Matériau: Volume
Escalier préfa	Escalier	Monobloc	0.992 m³
Escalier préfa	Poteau rond	Diamètre de 300	0.191 m³
Escalier préfa			1.183 m³
Gaine technique	Mur de base	Générique - Ext. 180 mm	0.258 m³
Gaine technique	Mur de base	Générique - Ext. 180 mm	1.652 m³
Gaine technique	Mur de base	Générique - Ext. 180 mm	0.258 m³
Gaine technique			2.168 m³
Poutre 01	Poutre rectangulaire - Béton	200 x 400 mm	0.197 m³
Poutre 01			0.197 m³
Voile cage esc.	Mur de base	Générique - Ext. 180 mm	1.312 m³
Voile cage esc.			1.312 m³

Repérage des différentes entités préfas sur ce projet :

- Balcon 01
- Balcon 02
- Balcon 03
- Balcon 04
- Gaine technique
- Voile cage escalier
- Escalier préfa
- Poutre 01



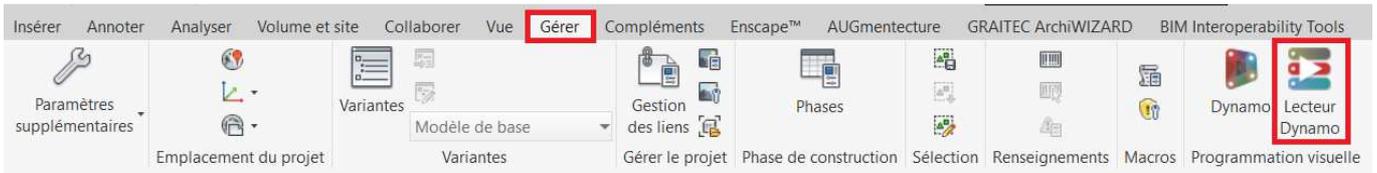
ETAPE 3 : Génération automatique des volumes

Chaque ensemble préfabriqué est constitué d'un ou de plusieurs composants. Leur mise en place sur le chantier sera faite en une seule pièce. Pour récupérer les caractéristiques des pièces préfabriquées (poids, centre de gravité), nous allons « remplacer » ces composants multiples par un volume in-situ qui reprendra le nom défini dans le paramètre « Préfa Groupe ».

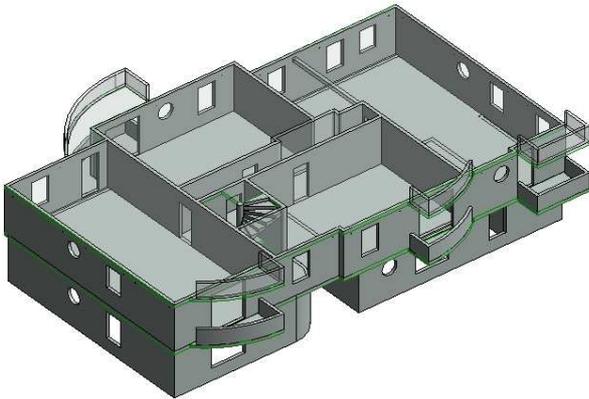
La création des volumes se fait de manière automatique en utilisant Dynamo.

Exécution du script

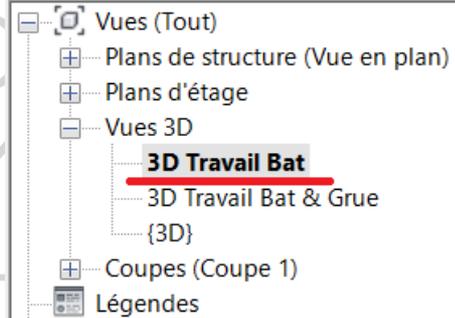
L'exécution du script peut se faire directement depuis l'interface Revit en utilisant la commande « Lecteur Dynamo » présente dans la palette « Programmation visuelle » de l'onglet « Gérer ».



- Se placer dans la vue « 3D Travail Bat »
- Lancer le « Lecteur Dynamo »



Arborescence du projet - ETAPE 2 Adequation.rvt



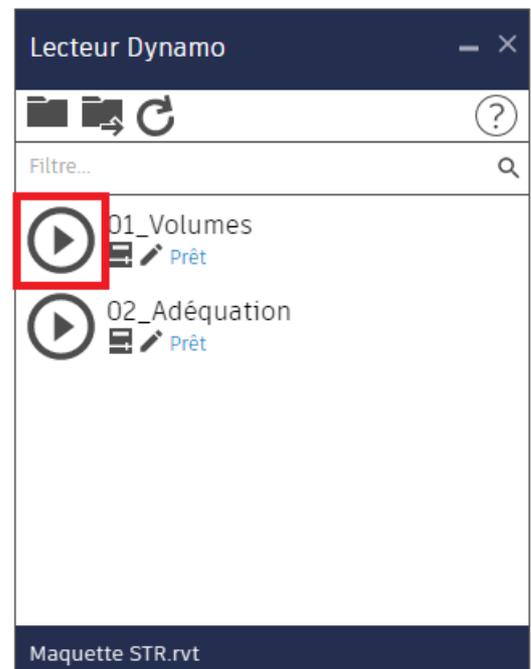
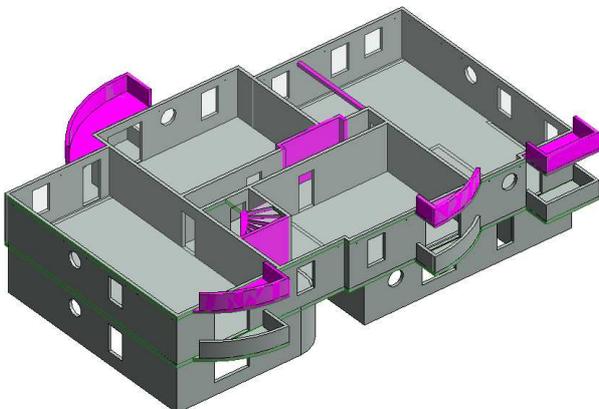
La fenêtre « Lecteur Dynamo » s'ouvre.

- Cliquer sur le bouton de lecture en face du programmes « 01_Volumes »

L'exécution commence.

A la fin de l'exécution, l'affichage des volumes est visible dans l'interface de Revit.

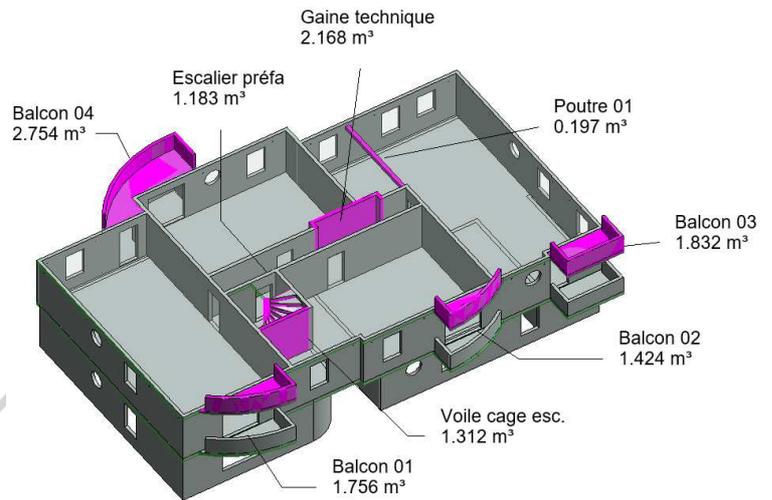
Les volumes apparaissent en violet dans la vue par un remplacement de graphismes de la catégorie.



Génération des volumes dans Revit

Les libellés des étiquettes correspondent aux valeurs des paramètres « Préfa Groupe » et « Préfa Volume » définis dans les fichiers.

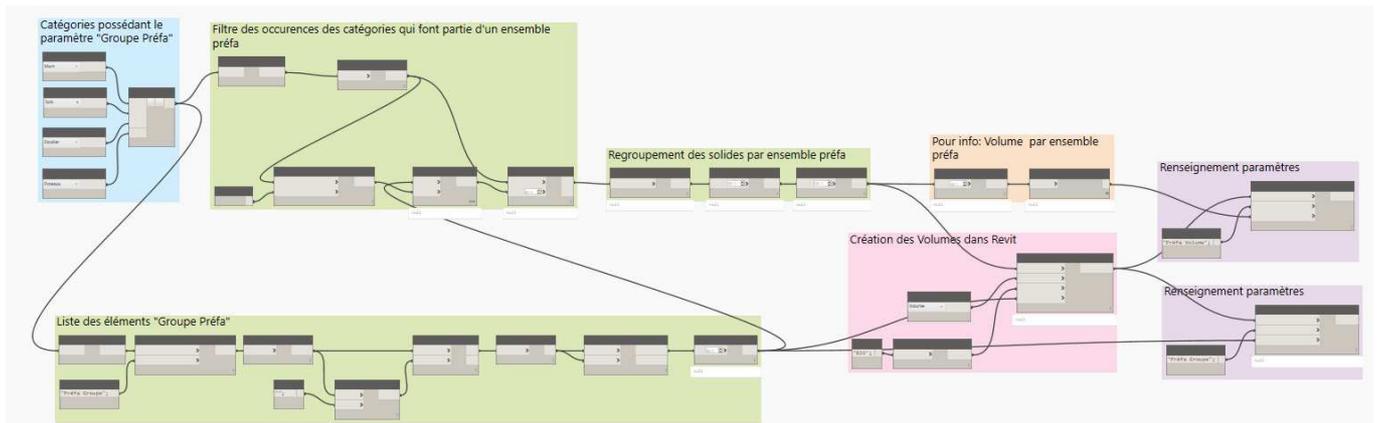
<Nomenclature de volumes>			
A	B	C	D
Préfa Groupe	Préfa Volume	Préfa Masse	Préfa Portée
Balcon 01	1.756 m³	4390 kg	
Balcon 02	1.424 m³	3560 kg	
Balcon 03	1.832 m³	4580 kg	
Balcon 04	2.754 m³	6890 kg	
Escalier préfa	1.183 m³	2960 kg	
Gaine technique	2.168 m³	5420 kg	
Poutre 01	0.197 m³	490 kg	
Voile cage esc.	1.312 m³	3280 kg	



Script de génération automatique des volumes

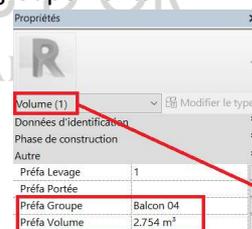
Aperçu global du script

LES MARCS D'OR

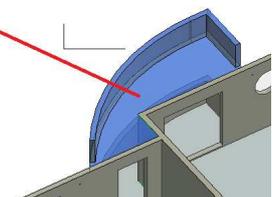


Explications du fonctionnement du script

- Récupération dans la maquette Revit de tous les éléments de catégorie <Murs, Sols, Escalier, Poteaux, Ossatures> qui ont le paramètre « Préfa groupe » non vierge.
- Création d'une liste identifiant tous les ensembles préfabriqués
- Regroupement des éléments avec la même valeur de paramètre « Préfa Groupe »
- Détermination dans Dynamo du volume de chacun des regroupements
- Génération d'éléments de catégorie « Volumes » dans Revit correspondant à chaque entité préfabriquée
- Attribution dans Revit, pour le paramètre « Préfa Groupe » des volumes générés, de la même valeur que celle du paramètre des composants initiaux.
- Attribution dans Revit pour le paramètre « Préfa Volume » du volume de l'élément préfabriqué.



Balcon 04
2.754 m³



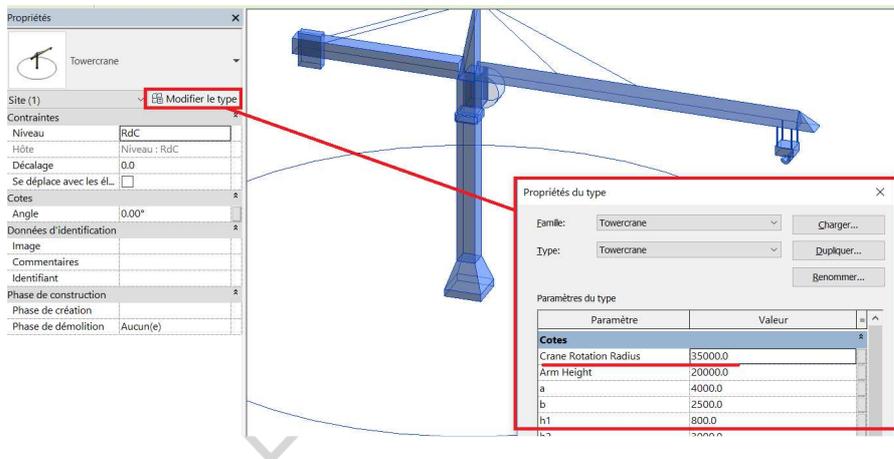
ETAPE 4 : Adéquation de grue

Grue

Rappel : L'objectif du processus n'étant pas de vérifier la géométrie de la grue mais plutôt l'adéquation des capacités de levage de celle-ci en fonction des pièces préfabriquées à poser, l'apparence de l'élément grue peut ne pas être conforme au modèle réel retenu.

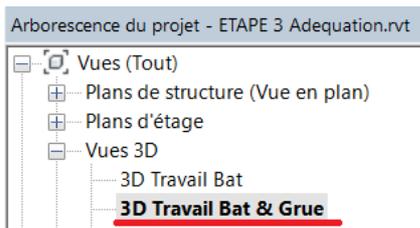
Longueur de flèche

Les courbes de charges de la grue retenue sont définies dans un fichier Excel auquel viendra faire référence le script Dynamo. La courbe de charge retenue par Dynamo sera celle correspondant au paramètre de type « Crane Rotation Radius » de l'élément grue de Revit qui représente la longueur de flèche en [mm].

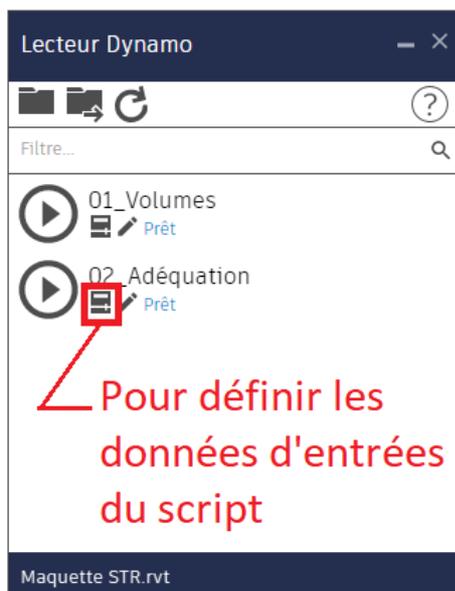


Exécution du script « 02_Adéquation.dyn »

- Ouvrir et/ou afficher la vue « 3D Travail Bat & Grue »

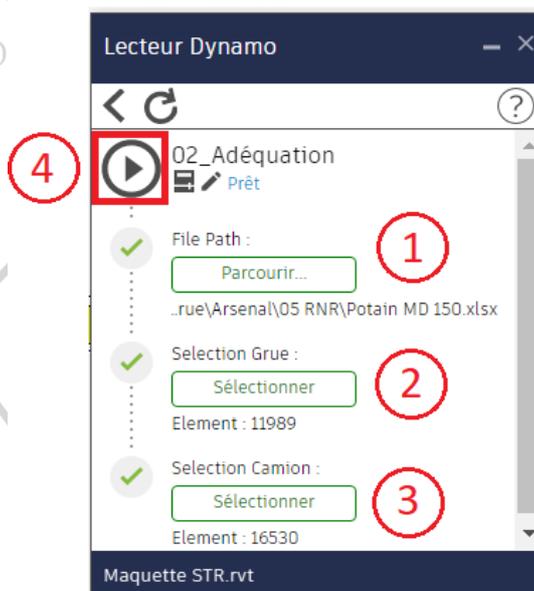


- Lancer le « Lecteur Dynamo » (Onglet « Gérer »)



- Cliquer (voir ci-dessus) pour modifier les données d'entrées du script.

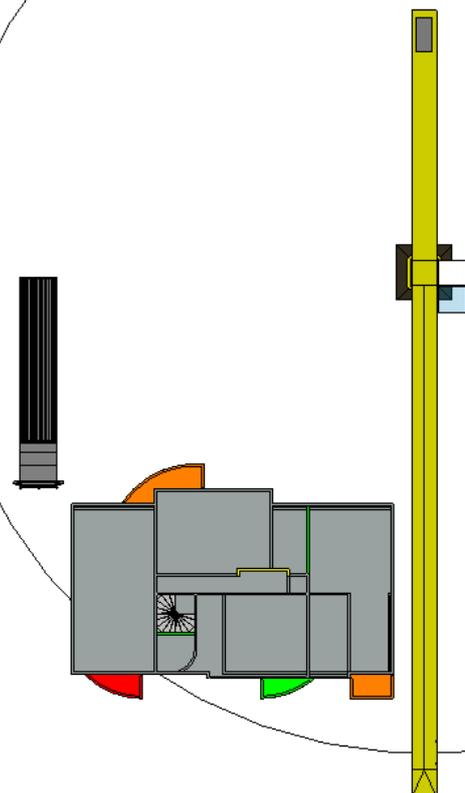
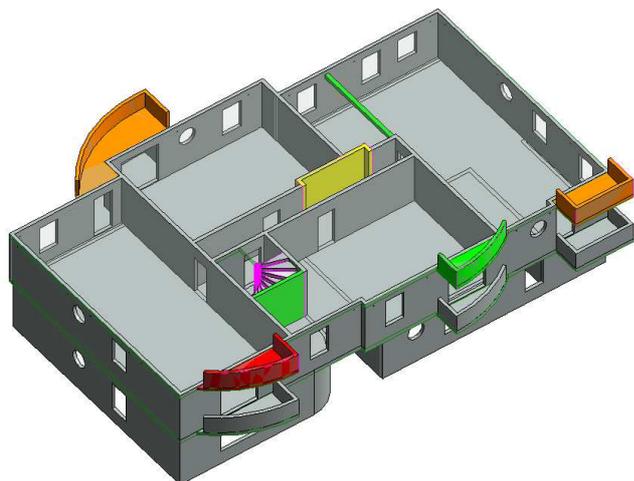
Modification des données d'entrée :



Les données nécessaires au script sont :

- 1. Le chemin d'accès au fichier Excel** de la grue retenue. Cliquer sur parcourir pour modifier le chemin et/ou choisir un autre fichier de grue.
- 2. La position de la grue.** Pour définir la position de la grue, cliquer sur « Sélectionner » et ensuite cliquer sur la grue dans une vue adéquate de l'interface Revit.
- 3. La position du camion.** Pour définir la position du camion, cliquer sur « Sélectionner » et ensuite cliquer sur le camion dans une vue de l'interface Revit.
- 4. Lancer l'exécution** du script

Grue Potain MD 150 – Flèche de 35 m



<Nomenclature de volumes>				
A	B	C	D	E
Préfa Groupe	Préfa Volume	Préfa Masse	Préfa Portée	Préfa Levage
Balcon 01	1.756 m³	4390 kg	37.26	3
Balcon 02	1.424 m³	3560 kg	32.01	0
Balcon 03	1.832 m³	4580 kg	30.55	2
Balcon 04	2.754 m³	6890 kg	23.87	2
Escalier préfa	1.183 m³	2960 kg	0.00	
Gaine technique	2.168 m³	5420 kg	24.60	1
Poutre 01	0.197 m³	490 kg	21.19	0
Voile cage esc.	1.312 m³	3280 kg	31.80	0

- Balcon 01 : Hors zone de balayage de la grue
- Balcon 02 : **OK**
- Balcon 03 : Capacité de levage dépassée
- Balcon 04 : Capacité de levage dépassée
- Escalier préfa : **Erreur dans les calculs**
- Gaine technique : Possibilité de mise en œuvre mais zone de déchargement trop éloignée
- Poutre 01 : **OK**
- Voile préfa esc : **OK**

Dans le cas d'une impossibilité pour le logiciel à conduire les différents calculs, le volume de l'élément préfa considéré restera affiché en violet sur la vue 3D. C'est le cas ici de l'escalier préfa.

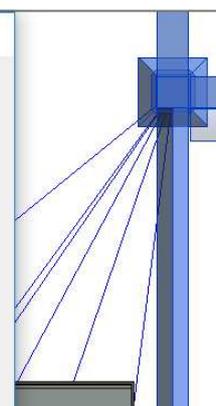
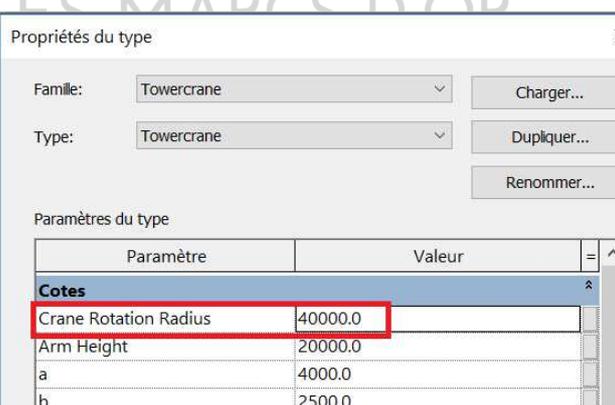
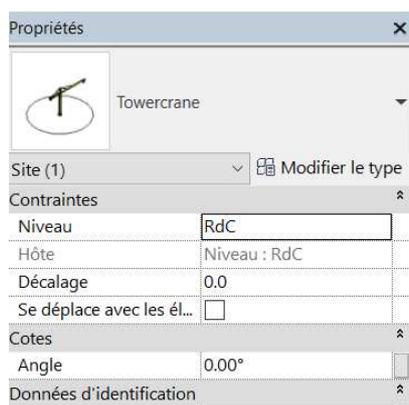
Si on considère pour notre étude, que la position de la grue est imposée, il faudra donc dans notre cas pour finir l'étude, augmenter la longueur de la flèche de la grue et choisir une grue plus puissante.

ETAPE 6 : Ajustements matériels et/ou modes constructifs

Dans notre cas d'étude, on procède à un ajustement de la grue sans modifier nos choix constructifs.

Modification de la flèche : (passage de 35 à 40m)

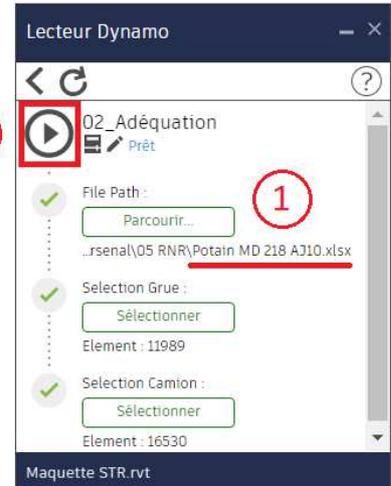
Changer la valeur du paramètre de type de la grue dans Revit.



ETAPE 7 : Exécution du script

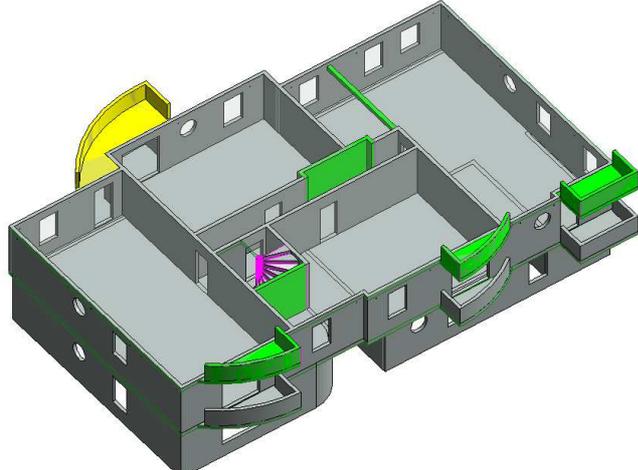
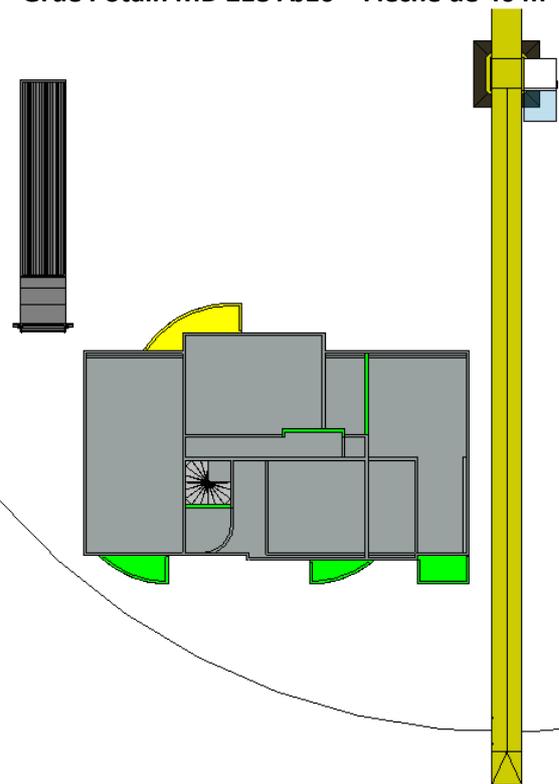
Choix de la grue MD 218 A J10 :

1. Modifier dans le « Lecteur Dynamo » le chemin du fichier avec les courbes de charges.
2. Relancer le script.



ETAPE 8 : Résultats et analyse

Grue Potain MD 218 AJ10 – Flèche de 40 m

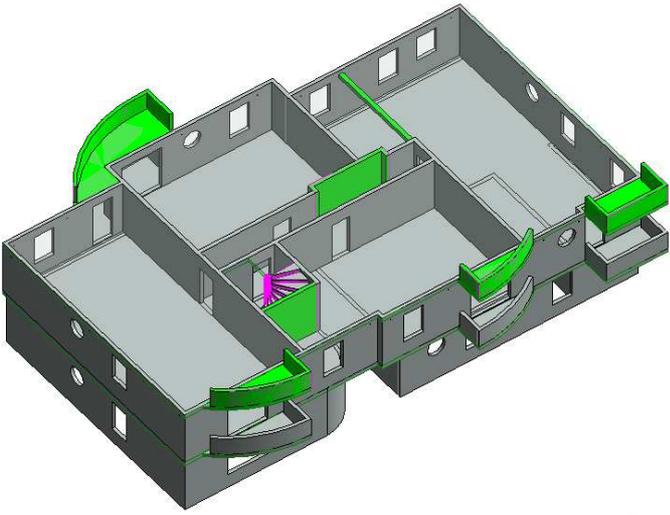
<Nomenclature de volumes>				
A	B	C	D	E
Préfa Groupe	Préfa Volume	Préfa Masse	Préfa Portée	Préfa Levage
Balcon 01	1.756 m³	4390 kg	37.26	0
Balcon 02	1.424 m³	3560 kg	32.01	0
Balcon 03	1.832 m³	4580 kg	30.55	0
Balcon 04	2.754 m³	6890 kg	23.87	1
Escalier préfa	1.183 m³	2960 kg	0.00	0
Gaine technique	2.168 m³	5420 kg	24.60	0
Poutre 01	0.197 m³	490 kg	21.19	0
Voile cage esc.	1.312 m³	3280 kg	31.80	0

- Balcon 01 : OK
- Balcon 02 : OK
- Balcon 03 : OK
- Balcon 04 : Possibilité de mise en œuvre mais zone de déchargement trop éloignée

- Voile préfa esc : OK
- Gaine technique : OK
- Poutre 01 : OK
- Escalier préfa : Erreur

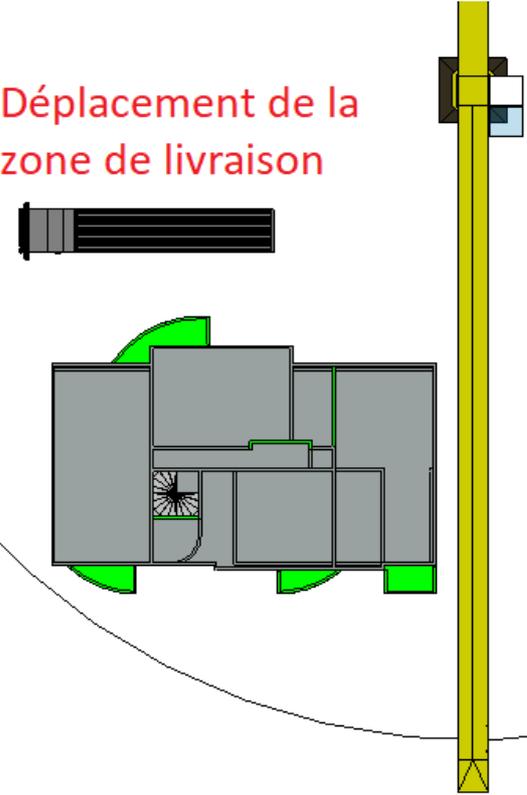
Déplacement de la zone de livraison et exécution du script

On déplace le camion de livraison dans Revit et on exécute une nouvelle fois le script dans le Lecteur Dynamo.



- Balcon 01 : ----- OK
- Balcon 02 : ----- OK
- Balcon 03 : ----- OK
- Balcon 04 : ----- OK
- Poutre 01 : ----- OK
- Gaine technique : ----- OK
- Voile préfa esc : ----- OK
- Escalier préfa : ----- **Erreur**

Déplacement de la zone de livraison

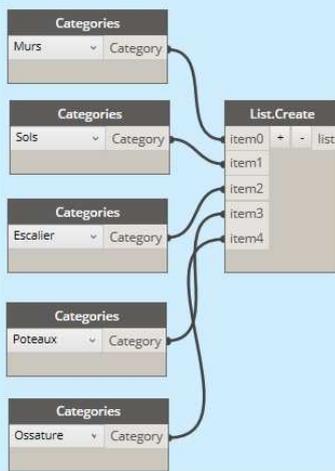


Grue Potain MD 218 AJ10 – Flèche de 40 m

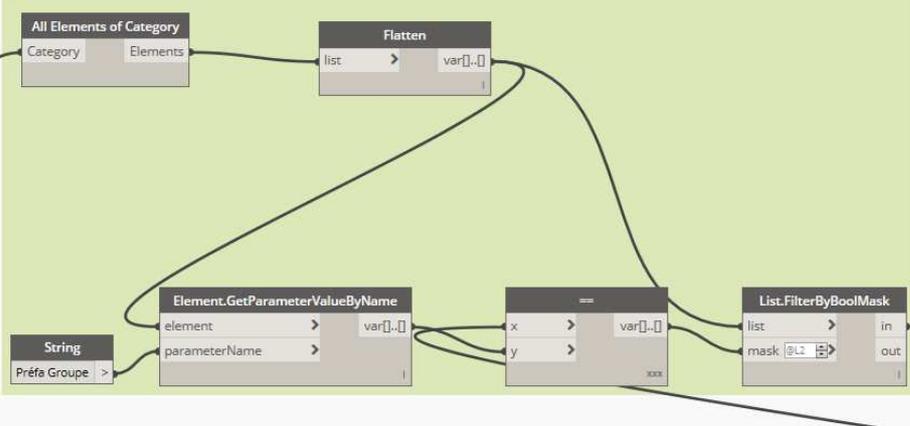
Détails des Scripts DYNAMO

Création des volumes

Catégories possédant le paramètre "Groupe Préfa"



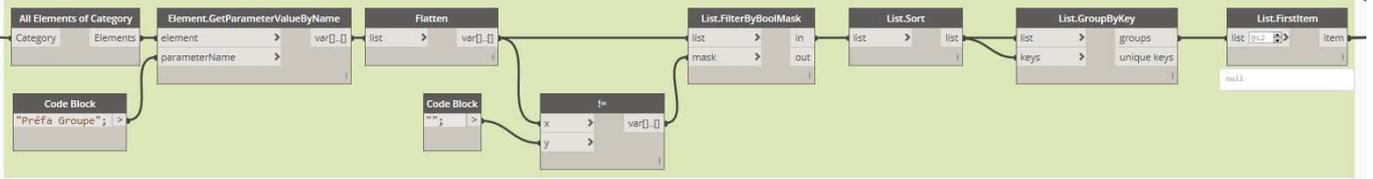
Filtre des occurrences des catégories qui font partie d'un ensemble préfa



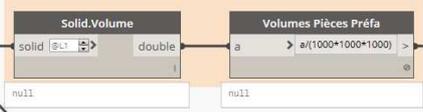
Regroupement des solides par ensemble préfa



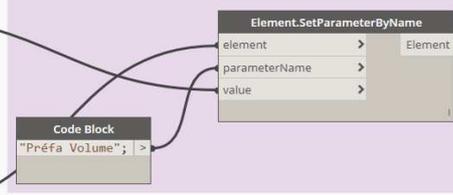
Liste des éléments "Groupe Préfa"



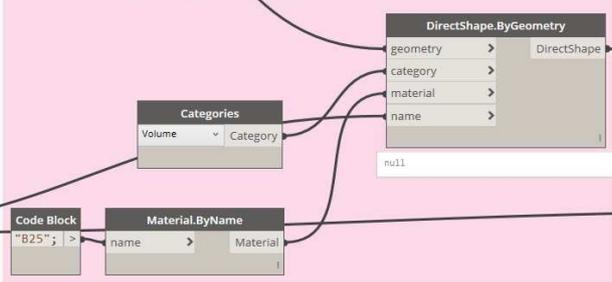
Pour info: Volume par ensemble préfa



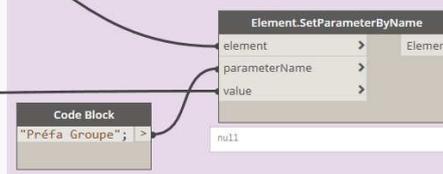
Renseignement paramètres



Création des Volumes dans Revit



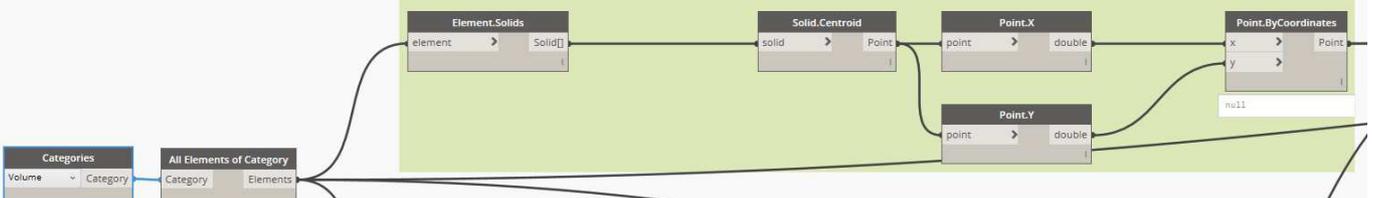
Renseignement paramètres



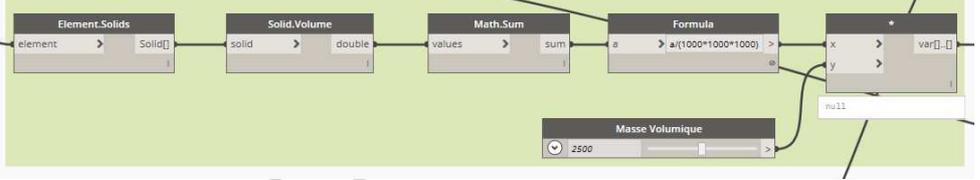
LYCÉE POLYVALENT

Adéquation de grue

Calculs Position XY des CdG des balcons



Calcul de la masse des balcons



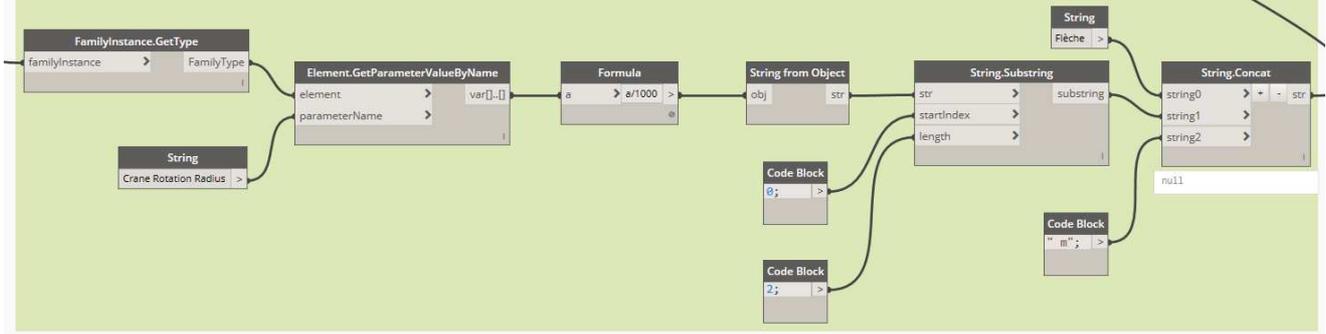
Point de calcul de la grue



Point de calcul du camion



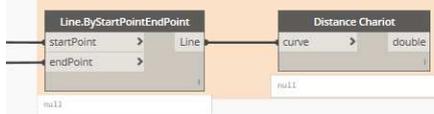
Récupération de la longueur de la flèche depuis la grue dans Revit



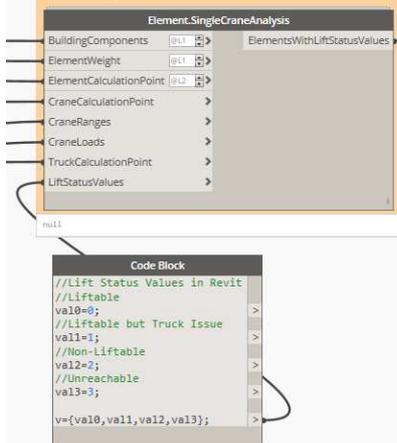
Capacité de levage en fonction du type de grue et de la flèche



Distance chariot



Etude Adéquation levage



Mise à Jour du paramètre Préfa Levage dans Revit

