BTS MEC – OUTILS DE PROGRAMMATION

Fiche n°5 – Modifier une épaisseur d’isolant pour atteindre une résistance thermique donnée

*Cette fiche fait partie d’un ensemble de documents destinés à faciliter l’appropriation des outils de programmation par les enseignants du BTS MEC suite à la réforme mise en œuvre depuis septembre 2021.*

*Les réglementation thermiques peuvent conduire à déterminer la composition des parois à partir d’un objectif de résistance thermique.*

*Nous proposons ici de programmer un petit outil afin de déterminer automatiquement l’épaisseur d’isolant afin d’atteindre la résistance thermique visée. Par soucis de simplicité ce programme ne considère que l’isolant, mais bien évidemment les étudiants qui le souhaiteront pourront partir de cette base pour prendre en compte la résistance de l’ensemble des matériaux constituant la paroi.*

*Cette fiche présente un cas d’application simple, mais utilisant des nœuds personnalisés ou packages diffusés gratuitement par d’autres utilisateur de Dynamo.*

**

*Auteur :*

*Vincent Lefort - Lycée Cantau Anglet*

*vincent.lefort@ac-bordeaux.fr*

*Fichiers fournis :*

* *Modification\_epaisseur\_isolant.dyn*

***SOMMAIRE***

[1 Rappels relatifs à la notion de résistance thermique d’une paroi 3](#_Toc106353251)

[2 Utilisation de Packages avec Dynamo 4](#_Toc106353252)

[2.1 Installation de packages 4](#_Toc106353253)

[2.2 Utilisation des nœuds contenu dans le package, modification des nœuds personnalisés 6](#_Toc106353254)

[3 Modification de l’épaisseur d’isolant pour obtenir une résistante thermique 7](#_Toc106353255)

[3.1 Structure d’un mur multicouche 7](#_Toc106353256)

[3.2 Position de la couche d’isolant au sein d’un mur multicouche 7](#_Toc106353257)

[3.3 Calcul de l’épaisseur d’isolant nécessaire pour obtenir la bonne résistance thermique 9](#_Toc106353258)

[3.4 Modification de l’épaisseur d’isolant dans la composition du mur 9](#_Toc106353259)

[3.5 Programme Dynamo complet 10](#_Toc106353260)

[4 Pour aller au-delà 11](#_Toc106353261)

# Rappels relatifs à la notion de résistance thermique d’une paroi

La résistance thermique R d’une paroi est fonction des caractéristiques géométriques et thermiques des matériaux constituant la paroi. Elle s’exprime en m2.K/W.

La résistance thermique est égale à l’inverse du flux thermique qui traverse cette paroi (pour un mètre carré de paroi et pour une différence de température de un degré entre les deux faces de la paroi).

La résistance thermique d’une couche homogène (par exemple un isolant) se calcule à l’aide de la formule suivante : R = e / .

Avec :

* e : l’épaisseur de la couche (en mètre)
*  : la conductivité́ thermique du matériau composant la couche, en W/m.K.

La résistance thermique d’une paroi constituée de plusieurs couches est égale à la somme des résistances thermiques de chaque couche.

Ainsi pour atteindre une résistance thermique de 8 m2.K/W avec une conductivité thermique de 0.034W/m.K, il faudra une épaisseur de 0,272m de matériau (e = R  = 0.034 x 8).

# Utilisation de Packages avec Dynamo

## Installation de packages

Afin de faciliter la manipulation des compositions de parois avec Dynamo, un package nommé « ClockWork » doit être ajouté. Pour cela il suffit d’aller dans le menu « Packages » et de choisir la commande « Rechercher un package… ».

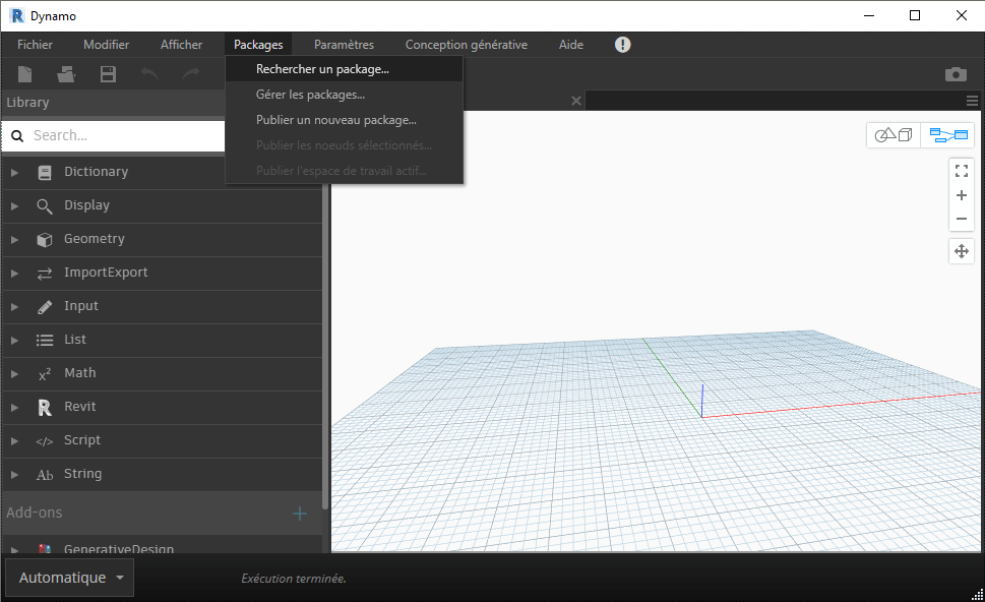


Figure - Installation d'un package sur Dynamo

Dans la fenêtre « Recherche de package en ligne », indiquer « Clockwork » dans le champ de recherche en partie haute de la fenêtre, puis sélectionner le package « Clockwork for Dynamo 2.x »

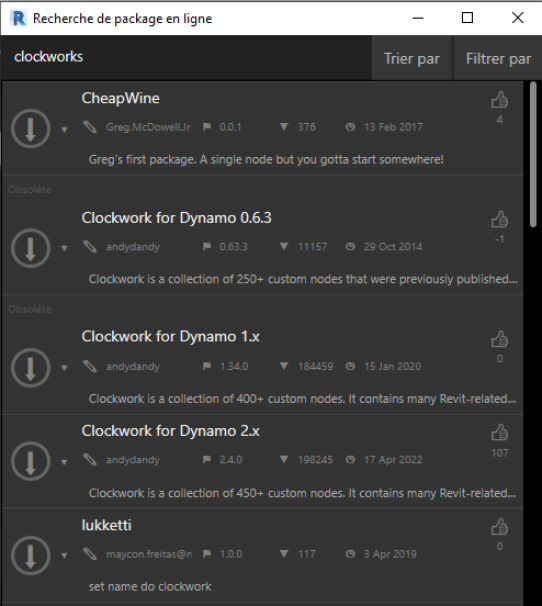


Figure - Recherche et sélection d'un package à installer

Lancer l’installation du package Clockwork. Dans l’illustration ci-dessous nous avons choisi d’installer la version 2.4.0 du package.

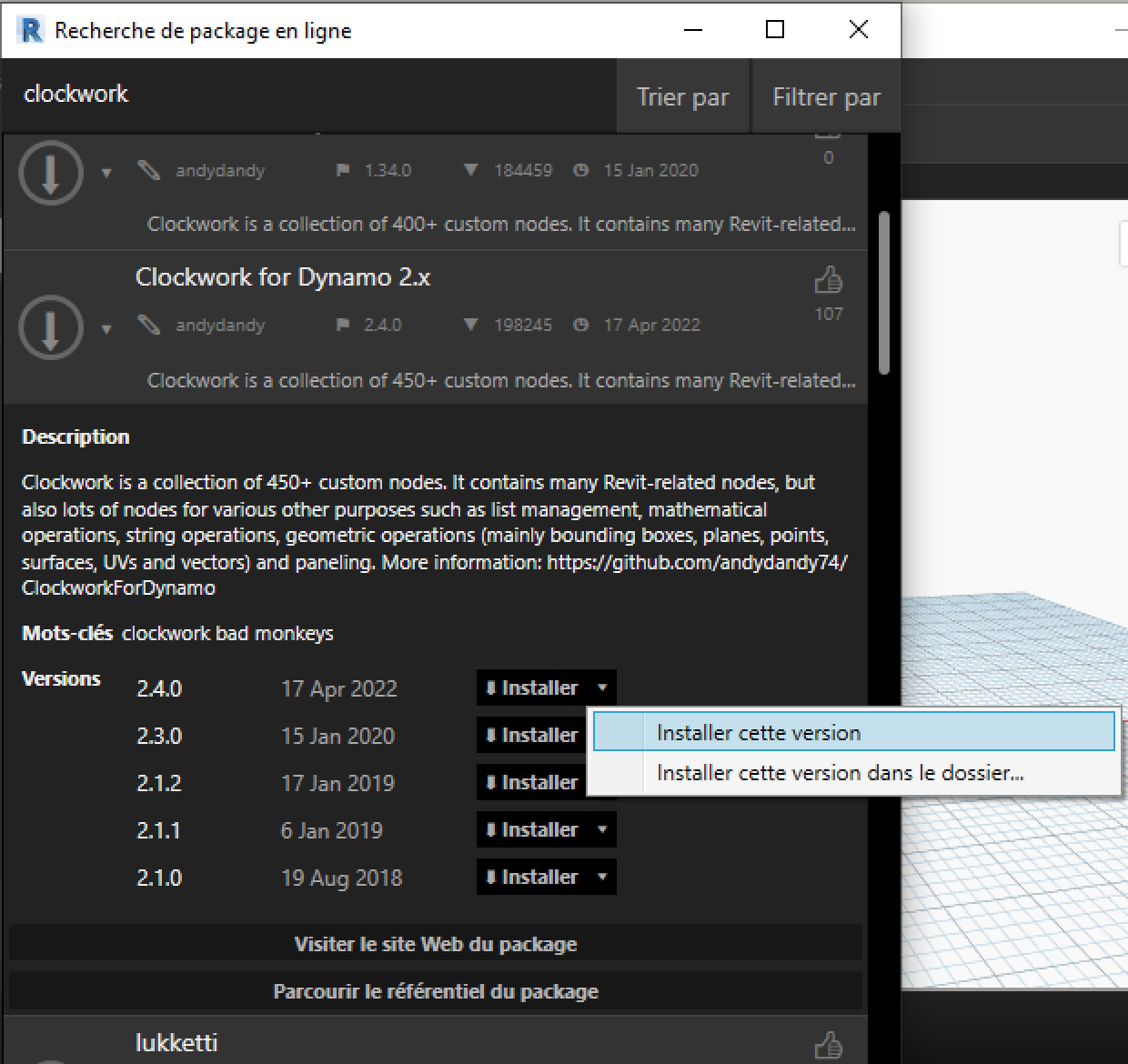


Figure - Installation du package ClockWork 2.4.0

Les nœuds ajoutés grâce au package « ClockWork » apparaissent alors dans la librairie de Dynamo.

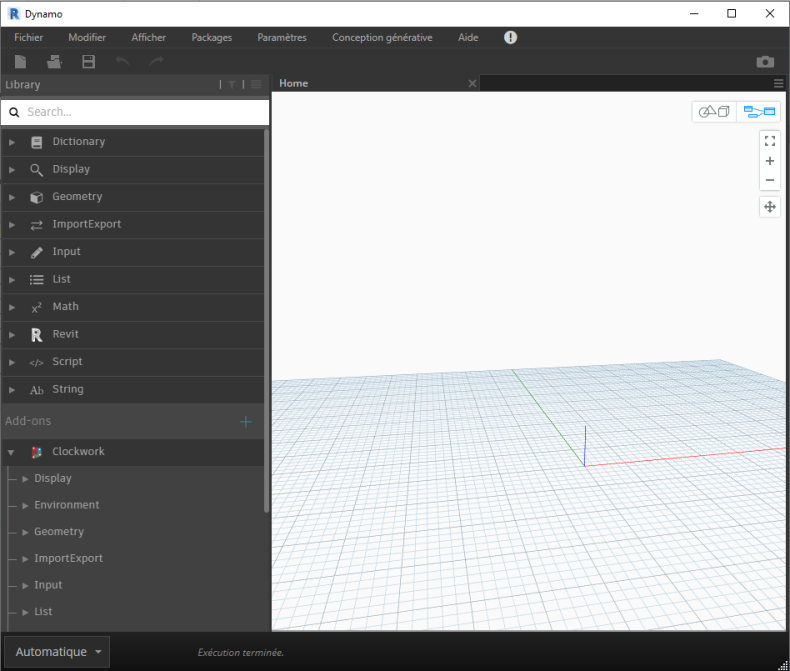


Figure - Nœuds issus du package "ClockWork"

## Utilisation des nœuds contenu dans le package, modification des nœuds personnalisés

Un des nœuds que nous utiliserons s’appelle « FamilyType.CompoundStructureLayers ». Il est situé dans CLOCKWORK => REVIT => ELEMENTS => FAMILY TYPE. Il permet d’obtenir des informations sur la composition d’un type de mur.

Ce nœud proposé dans Clockwork est basé sur les outils Dynamo vus précédemment : des nœuds standard Dynamo et des scripts Python. Vous pouvez en voir la structure en faisant un clic droit sur le nœud et en choisissant la commande : « Modifier le nœud personnalisé »

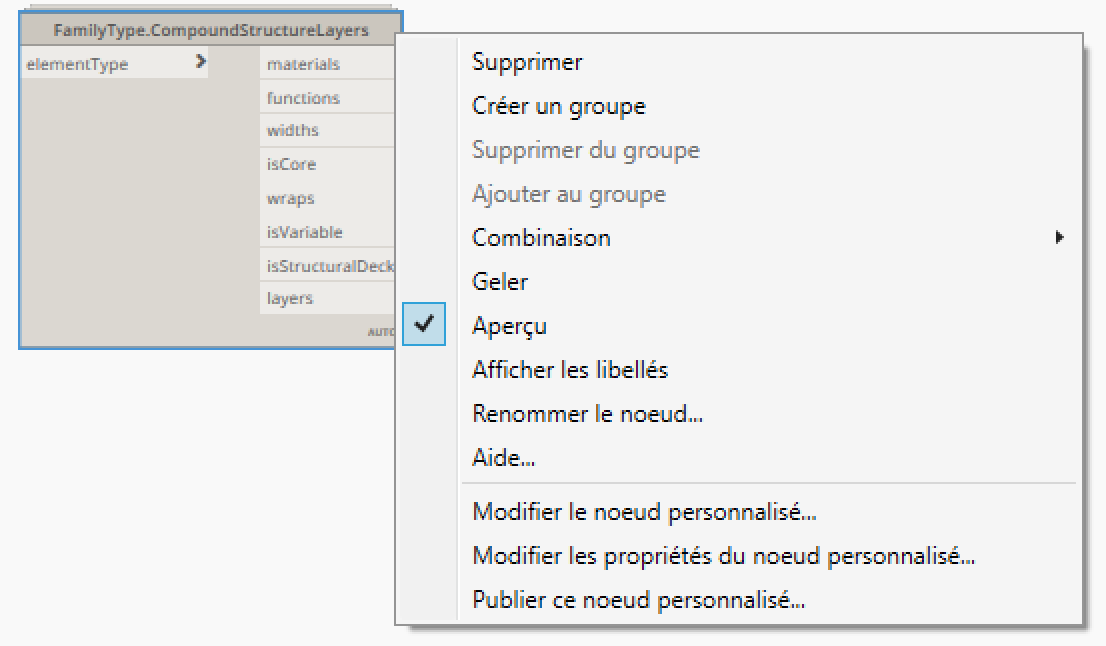


Figure - Modification d'un nœud personnalisé dans Dynamo

Vous découvrez alors la structure du nœud « FamilyType.CompoundStructureLayers ». L’essentiel de ce nœud est contenu dans le script Python qui nécessite de bonnes bases en programmation pour être compris et adapté. Les difficultés pour la compréhension de ce script par un débutant proviennent notamment :

* de la définition d’une nouvelle fonction nommée « GetCompoundStructureLayers(item) »
* de l’utilisation structures permettant de gérer plusieurs cas de figure (try, except, pass) et de formulations compactes afin d’éviter l’écriture fastidieuse de boucles (map, zip)
* d’utilisation pointue des listes.

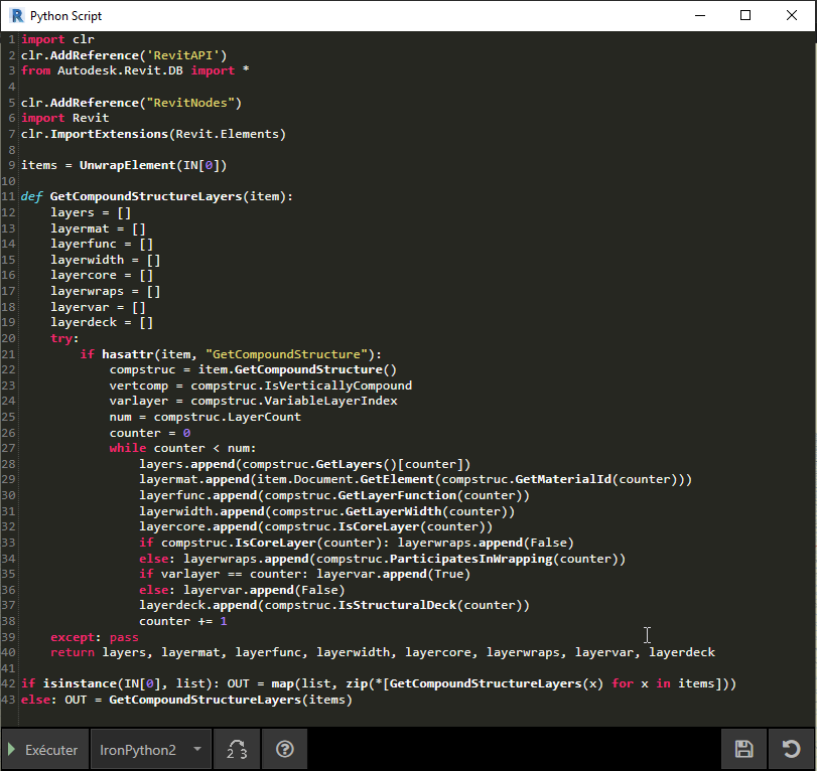
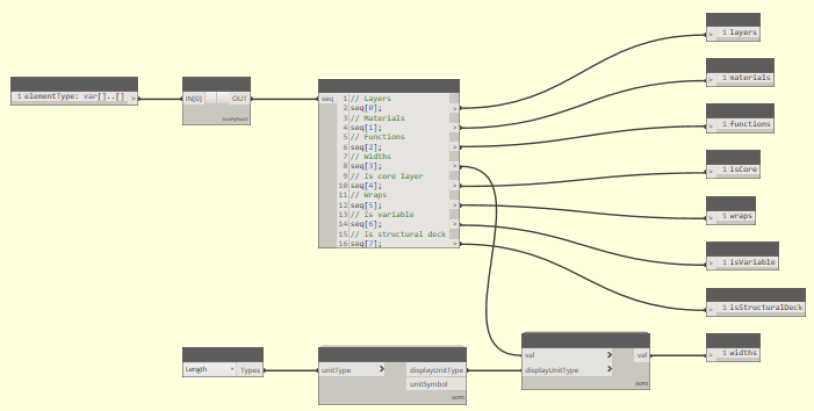


Figure - Structure du nœud personnalisé « FamilyType.CompoundStructureLayers » contenu dans le package ClockWork.

# Modification de l’épaisseur d’isolant pour obtenir une résistante thermique

## Structure d’un mur multicouche

Pour obtenir la structure d’un mur multicouches, nous utilisons les nœuds suivants :

« FamilyType.CompoundStructureLayers »

* Ce nœud est situé dans le package Clockwork : CLOCKWORK => REVIT => ELEMENTS => FAMILYTYPE
* Il permet notamment d’obtenir des listes précisant les matériaux, fonctions et épaisseur de chaque couche pour un type de mur donné.

« Wall Types »

* Ce nœud est situé dans la catégorie REVIT => SELECTION
* Il permet à l’utilisation de choisir un type de mur parmi ceux présents dans la maquette.

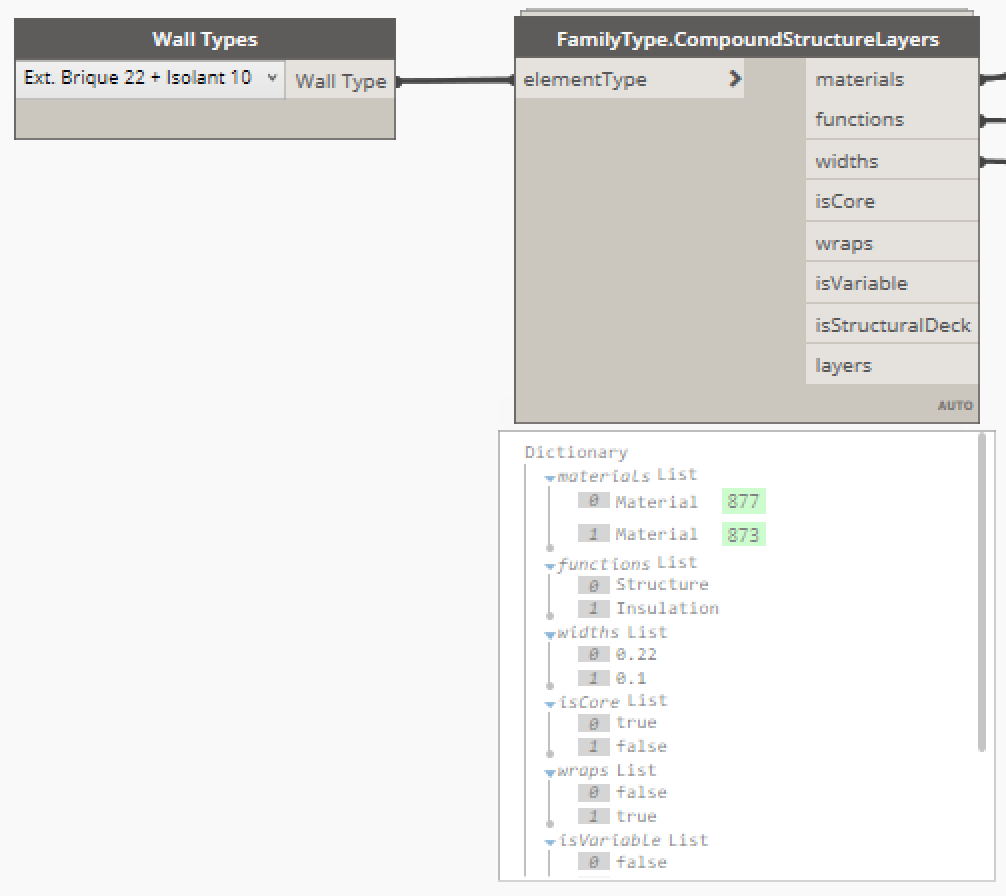


Figure - Décomposition du mur "Ext. Brique 22 + Isolant 10" à l'aide du nœud « FamilyType.CompoundStructureLayers »

## Position de la couche d’isolant au sein d’un mur multicouche

Pour identifier la couche d’isolant, nous cherchons dans la liste « functions » obtenue précédemment la ligne où se situe la valeur « Insulation ». Pour cela nous utilisons le nœud « List.FirstIndexOf » qui permet d’obtenir dans une liste l’index de la valeur recherchée.

« List.FirstIndexOf »

* Ce nœud se trouve dans la catégorie LIST => INSPECT
* Il permet de récupérer dans une liste l’index de la valeur recherchée

La difficulté réside dans le fait que « Insulation » n’est pas une simple chaine de caractère mais un objet de type « Autodesk.Revit.DB.MaterialFunctionAssignement »… Pour rechercher « Insulation » dans la liste « functions » il nous faut donc au préalable générer un objet de ce type en python à l’aide de la commande :

*OUT = MaterialFunctionAssignment.Insulation*

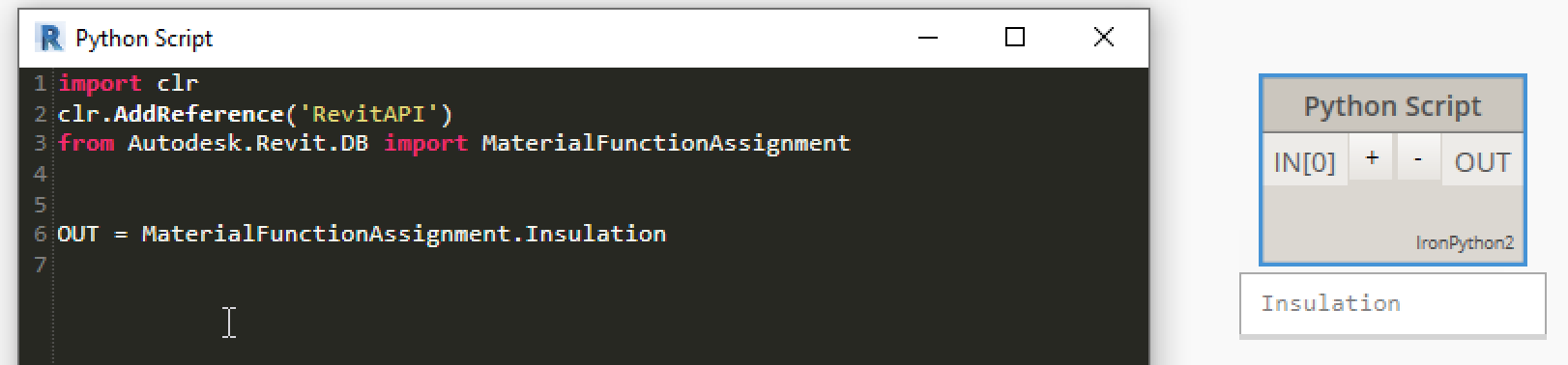


Figure - Génération d'un objet « Insulation » de type MaterialFunctionAssignement

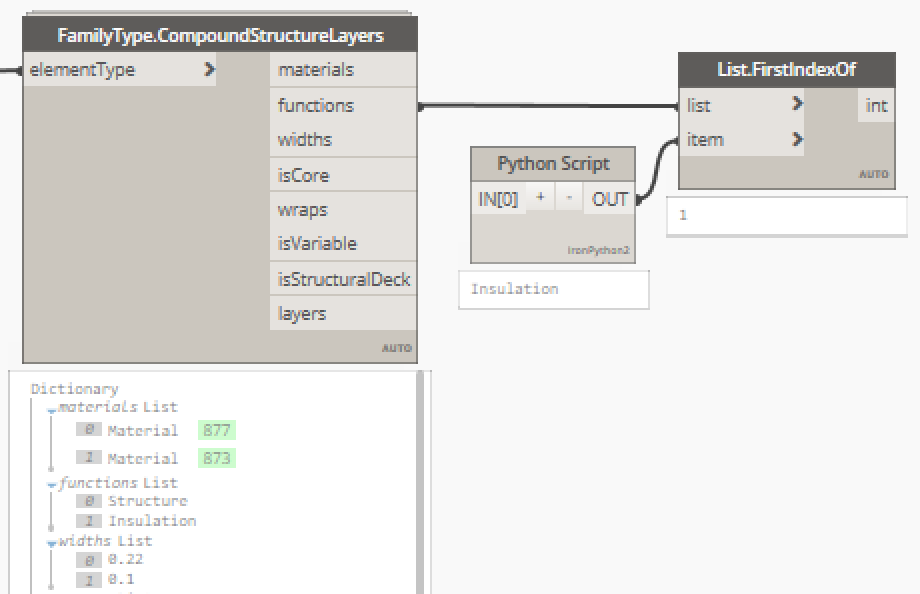


Figure – Détermination de l’index de la couche d'isolant parmi les couches composant le mur

Une fois que l’index de la couche d’isolant est connu, il est possible d’en déduire quel est le matériau composant cette couche et quelle est son épaisseur à l’aide du nœud « List.GetItemAtIndex ».

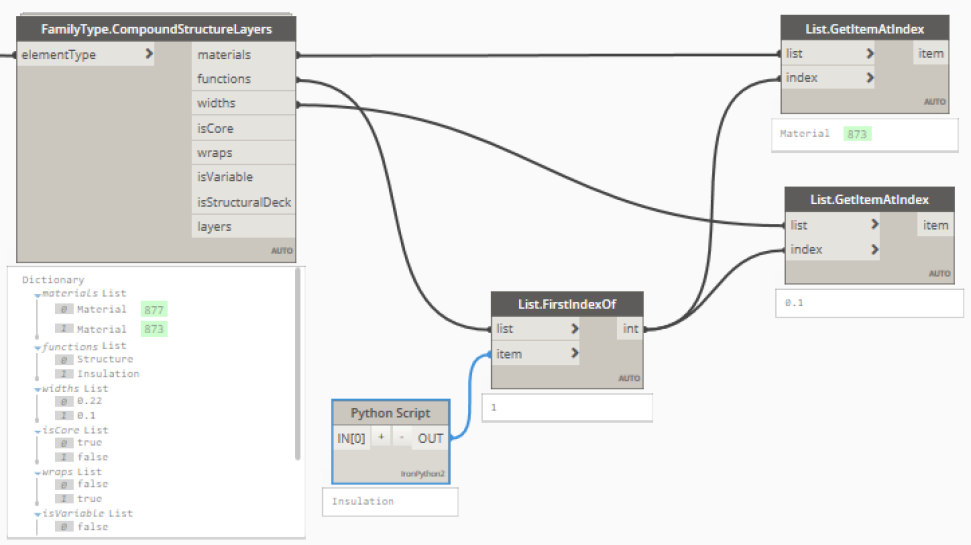


Figure - Détermination de l’épaisseur et du matériau composant la couche « Insulation »

Malheureusement, aucun nœud Dynamo ne permet d’obtenir facilement la conductivité thermique d’un matériau donné, il est donc nécessaire de recourir à un script python afin d’utiliser la commande :

*Conductivity = doc.GetElement(****mat****.ThermalAssetId).GetThermalAsset().ThermalConductivity*

Cette commande est structurée avec l’imbrication suivante :

|  |  |
| --- | --- |
| *Modèle REVIT* | *doc* |
| *Adresse du jeu de propriétés thermiques du matériau “mat”* | * *GetElement(****mat****.ThermalAssetId)* |
| *Contenu du jeu de propriétés thermiques du matériau “mat”* | * + *GetThermalAsset()* |
| *Valeur de la conductivité thermique* | * + - *ThermalConductivity* |

Attention, la valeur retournée par cette commande est exprimée en W/ft.K (système anglosaxon). Elle doit donc être multipliée par 0.3048 pour être exprimée en W/m.K (facteur de conversion : 1 feet = 0,3048 m).

Attention, il faut envisager le cas où les propriétés thermiques n’ont pas été rentrées par l’utilisateur dans les caractéristiques du matériau. Pour cela on utilise la structure Python « try : », « except : ».

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Figure – Obtention de la conductivité thermique d’un matériau donnée à l’aide d’un script Python

## Calcul de l’épaisseur d’isolant nécessaire pour obtenir la bonne résistance thermique

Connaissant la conductivité thermique de l’isolant et la résistance thermique visée, il est possible de déterminer l’épaisseur d’isolant minimale telle que e = R \* . Pour cela nous utilisons un simple nœud de type « Code Block ».

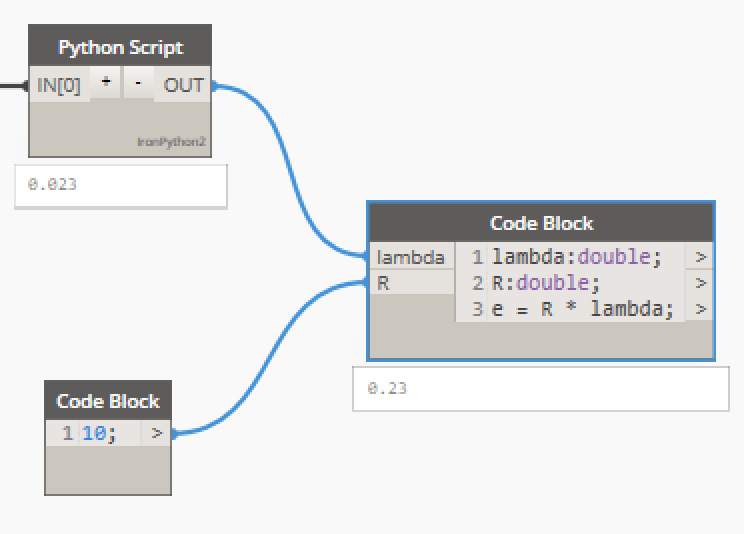


Figure - Calcul de l'épaisseur d'isolant nécessaire

## Modification de l’épaisseur d’isolant dans la composition du mur

Pour modifier la composition du mur suivant l’épaisseur d’isolant calculée, nous utilisons de nouveau un nœud issu du package « Clockwork », à savoir : « FamilyType.SetCompoundLayerWidth »

« FamilyType.CompoundStructureLayers »

* Ce nœud est situé dans le package Clockwork : CLOCKWORK => REVIT => ELEMENTS => FAMILYTYPE
* Il permet notamment d’obtenir des listes précisant les matériaux, fonctions et épaisseur de chaque couche pour un type de mur donné.

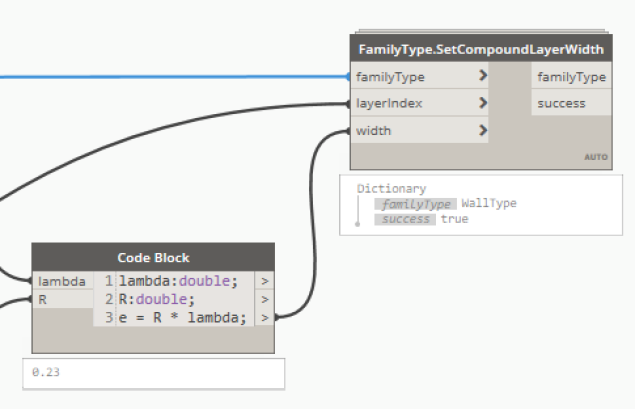


Figure -Modification de l’épaisseur de l’isolant à l’aide du nœud « FamilyType.SetCompoundLayerWidth »

## Programme Dynamo complet

L’assemblage de ces différents éléments permet d’adapter l’épaisseur de l’isolant à la résistance thermique visée. L’utilisation doit simplement préciser :

* Le type de mur sur lequel agir
* La résistance thermique visée.

Il faut être vigilant à ce que le type de mur considéré comporte bien une couche de type « isolant » et que le matériau affecté à cette couche ait bien une propriété spécifiée pour la conductivité thermique.

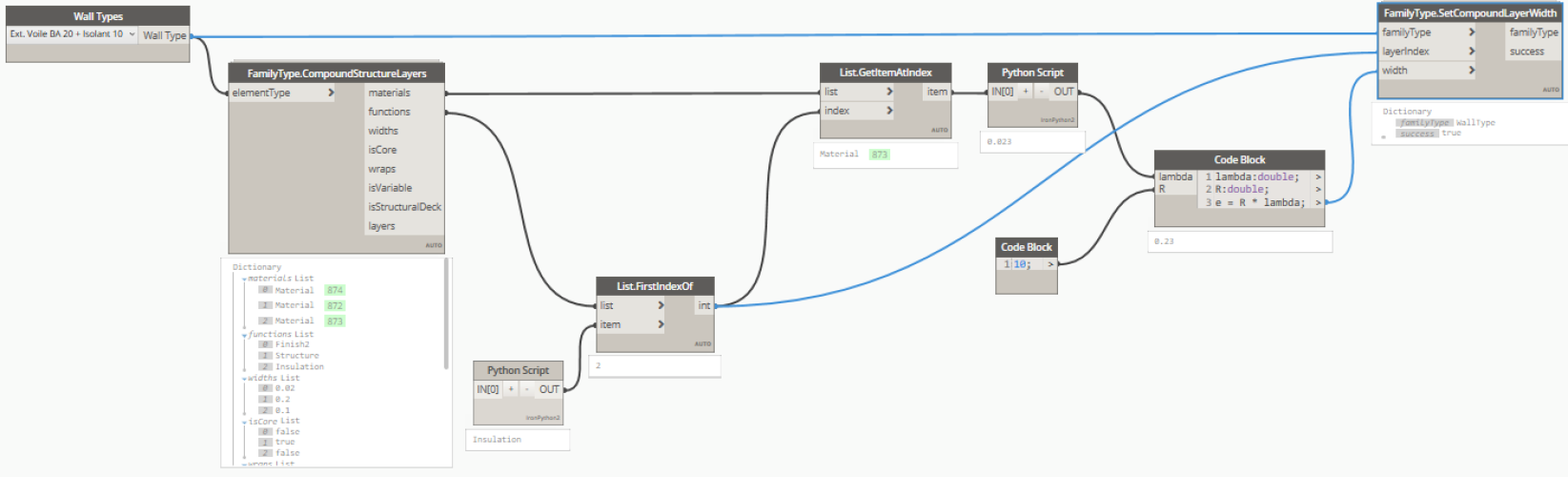


Figure - Programme dynamo permettant d'adapter l’épaisseur d'une couche d'isolant à une résistance thermique visée (ici R=10)

# Pour aller au-delà

L’utilisation de scripts Python permet de mettre en œuvre une interface graphique pour alimenter les programmes Dynamo en données ou bien pour afficher des résultats. Cette approche nécessite des bases solides en programmation mais permet d’améliorer l’ergonomie des outils développés.

La bibliothèque Python utilisée est « System.Windows.Form » qui permet de générer des boites de dialogue.

Dans l’exemple présenté ci-dessous la valeur de la résistance thermique est rentrée par l’utilisateur sous forme d’un texte.

Cette chaine de caractère est ensuite convertie en un nombre à l’aide du nœud Dynamo « String.ToNumber ».

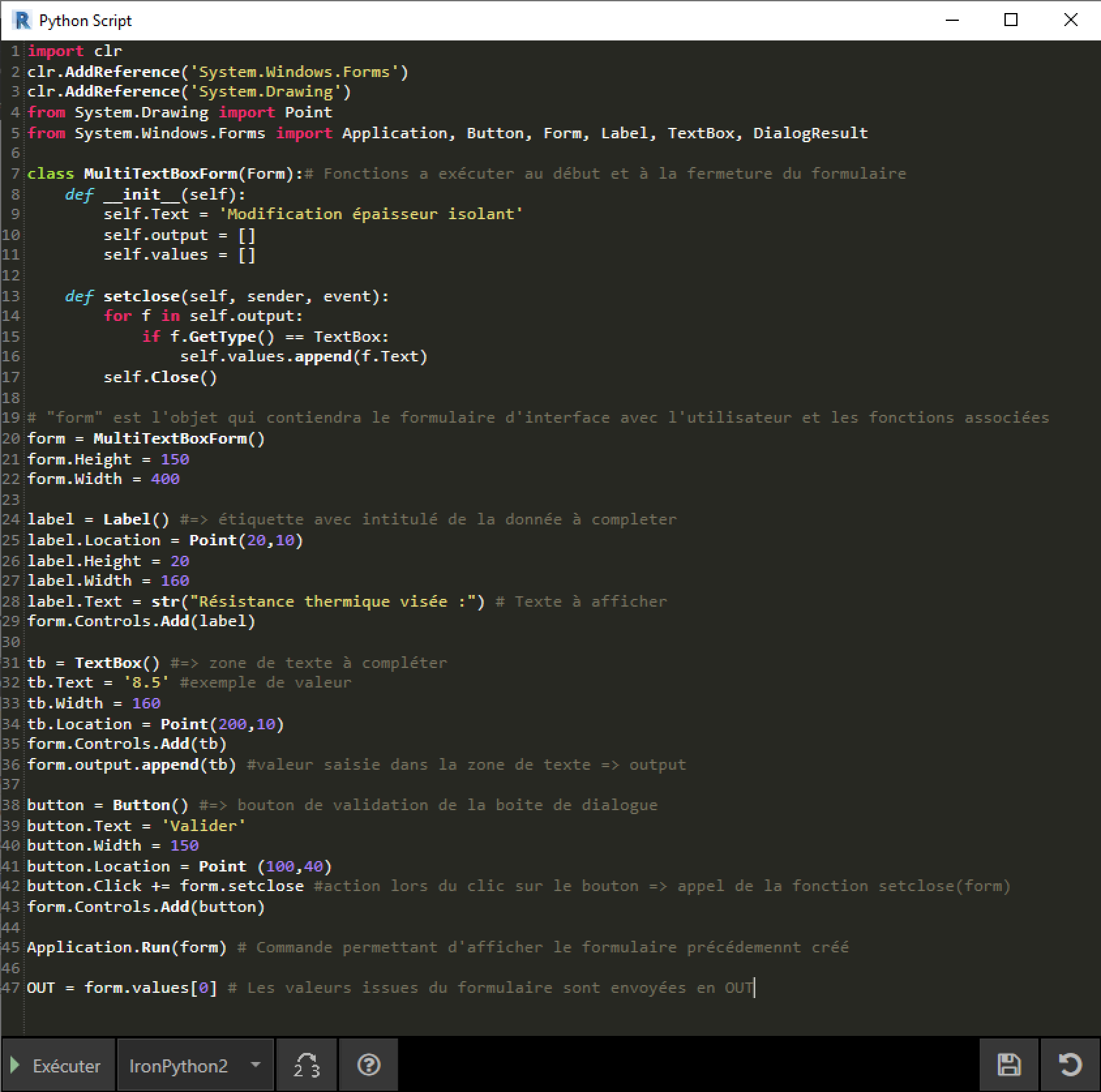
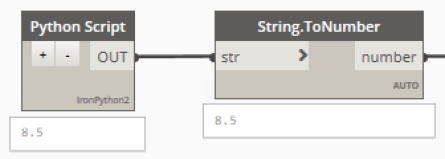
 

Figure -Script permettant d’afficher une boite de dialogue et nœuds associés.

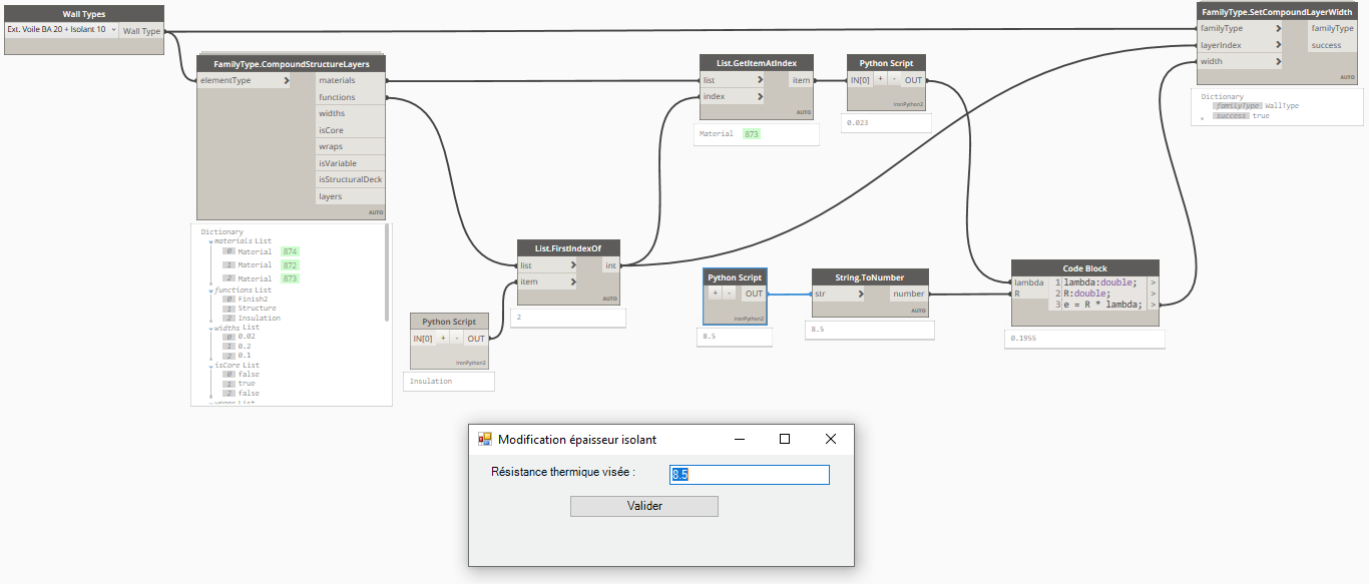


Figure -Modification du script Dynamo pour intégrer l’affichage d’une boite de dialogue pour indiquer la résistance thermique visée