

# **Introduction au transfert BIM – logiciels de dimensionnement (BIM2SIM)**

Bernd Domer, Yohann Schatz

# Plan du cours

- Logiciels pour l'analyse des structures : vue d'ensemble
  - Analyse des structures par éléments finis
- Types de modèles
  - Le modèle volumique (physique)
  - Le modèle filaire (analytique)
- Communication entre les logiciels et interopérabilité
  - Méthodes d'échange des données
  - Echange via IFC

Durée du cours



# Logiciels pour l'analyse des structures

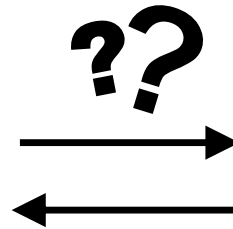
## Vue d'ensemble

# Logiciels du workflow « Structures »

## Modélisation BIM

(Authoring tools)

- Allplan
- Archicad
- Bentley
- Cadwork
- Revit ...



## Analyse des structures

(Structural analysis)

- EdiLus
- RFEM
- Robot Structural Analysis
- SCIA Engineer
- STAAD.Pro
- Tekla Structures ...

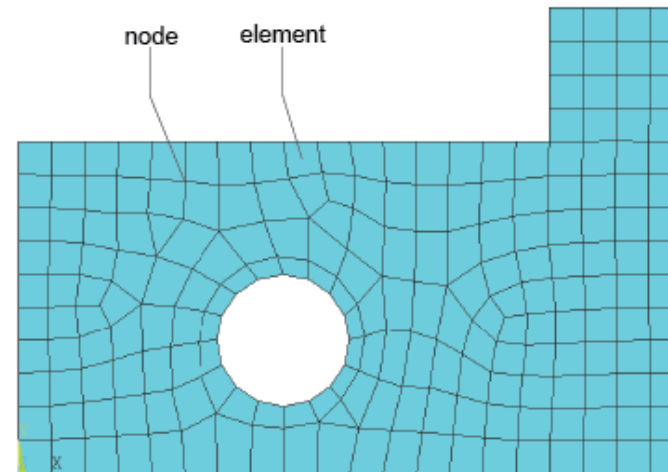
# Analyse des structures par éléments finis


- Méthode des éléments finis (**Finite Element Method - FEM**) pour résoudre numériquement les ÉDP
- Discretisation du milieu continu en sous-domaines selon un **maillage** (triangulaire, quadratique...)
- Équation d'équilibre du problème (en déplacement) :

$$\{F\} = [K] \cdot \{U\}$$

avec :

$\{F\}$	Vecteur des forces
$[K]$	Matrice de rigidité
$\{U\}$	Vecteur des déplacements

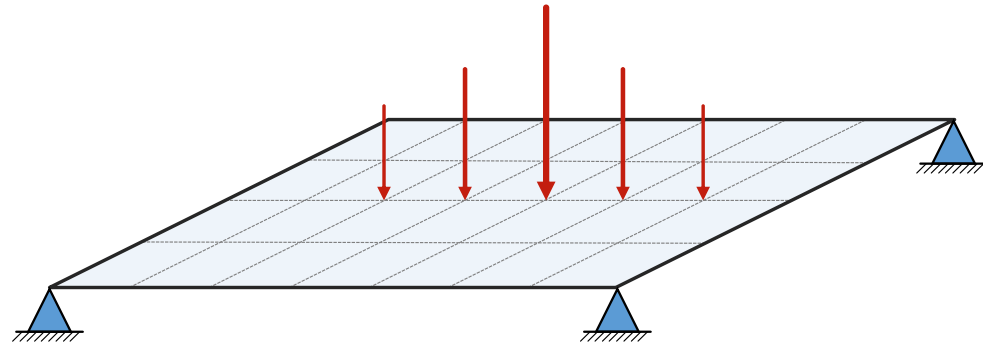


 Open Learn – Introduction to finite element analysis

## Flux d'un logiciel en éléments finis (FEM) :

### Exemple d'une dalle

- Géométrie
- Discrétisation
- Conditions de bord (appuis)
- Charges
- Matériaux

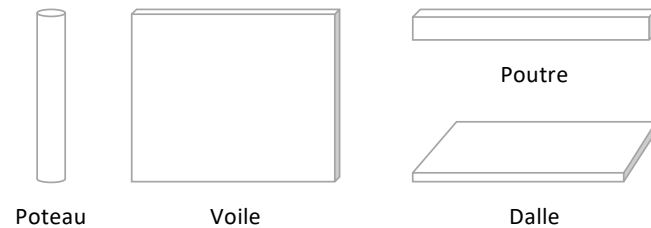


La plupart des logiciels de calcul (SCIA, Robot...) utilisent les éléments finis.

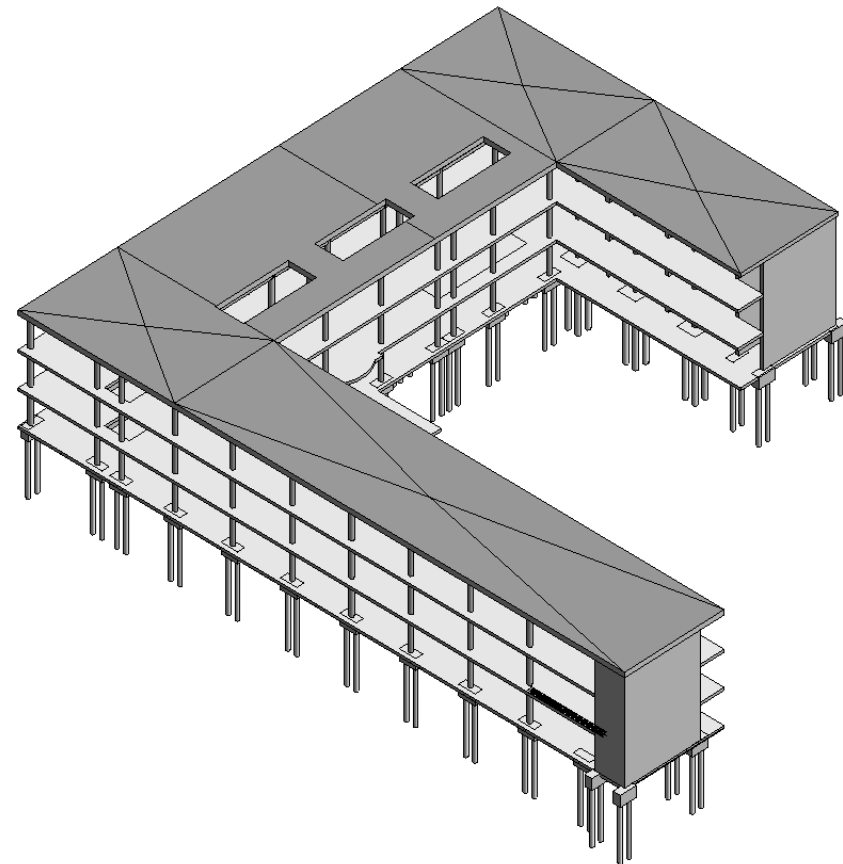
## Types de modèles

## Le modèle volumique (physique)

- Représentation de la structure avec des éléments **tridimensionnels**, appelés **éléments physiques**



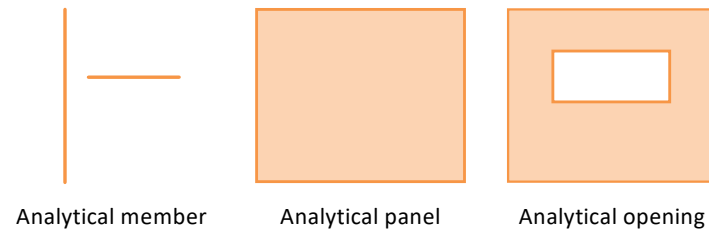
- Obtenu avec un **logiciel de modélisation**
- Utilisé pour **contrôler visuellement** la structure



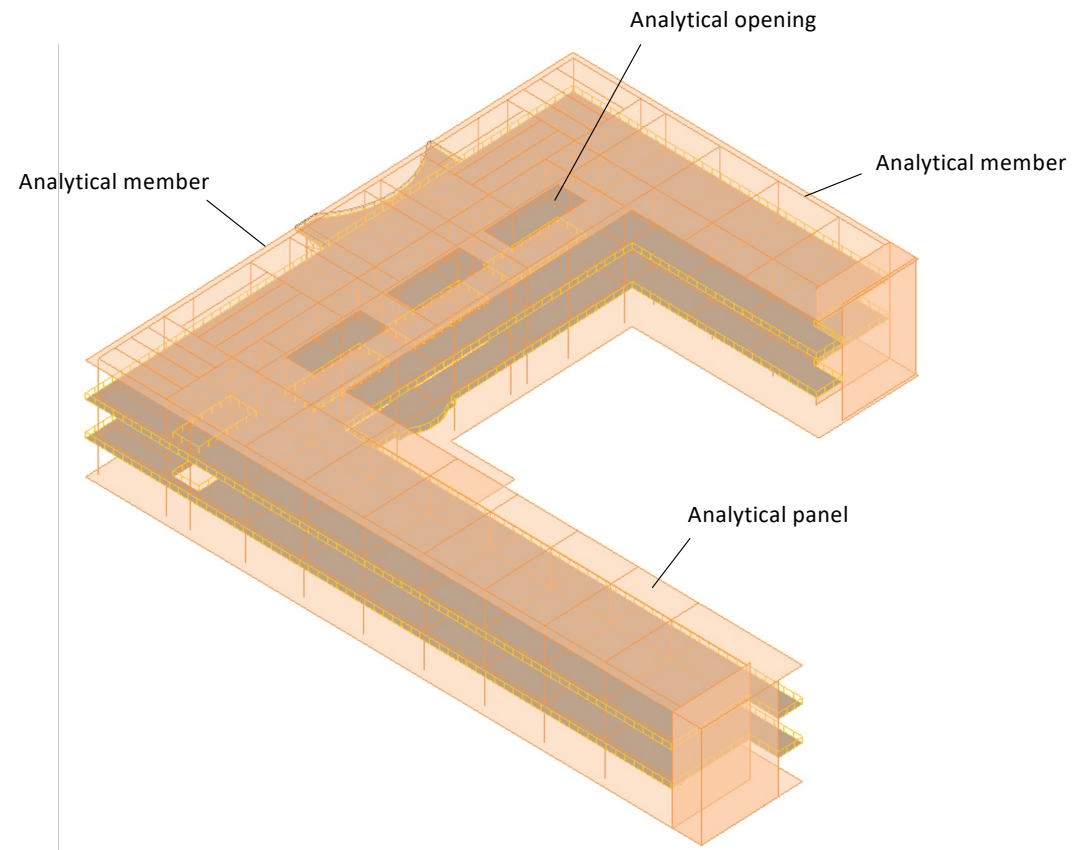


# Le modèle filaire (analytique)

- Représentation de la structure avec des éléments **uni-** et **bi**dimensionnels, appelés **éléments analytiques**

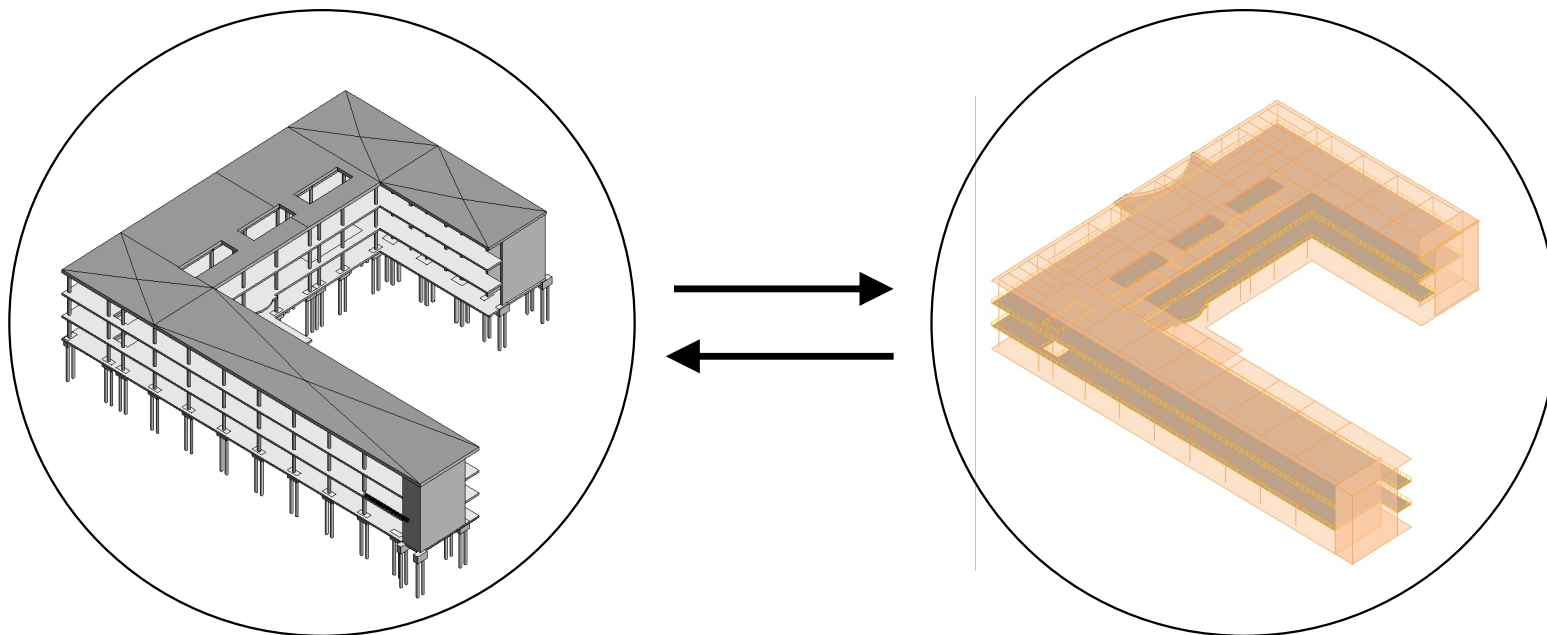


- Intègre les charges, les conditions aux bords (appuis) et les propriétés des matériaux
- Utilisé pour le **calcul de structures**



## Le modèle analytique

**Depuis Revit 2023**, le modèle analytique peut être dérivé du modèle physique, et inversement.



# Le modèle analytique



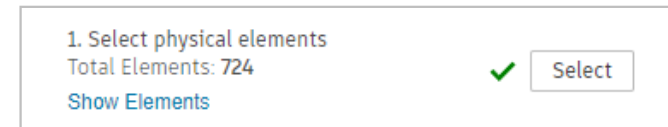
## Afficher un modèle analytique à partir d'un modèle physique

- Ouvrir «rst\_advanced\_sample\_project.rvt»
- Ouvrir la vue « 3D »
- Dans le ruban, cliquer sur *Analyze*, puis *Analytical Automation*



- Cliquer sur **Physical to Analytical for Buildings**

- Cliquer sur « Select » puis sélectionner tous les éléments dans la vue 3D.



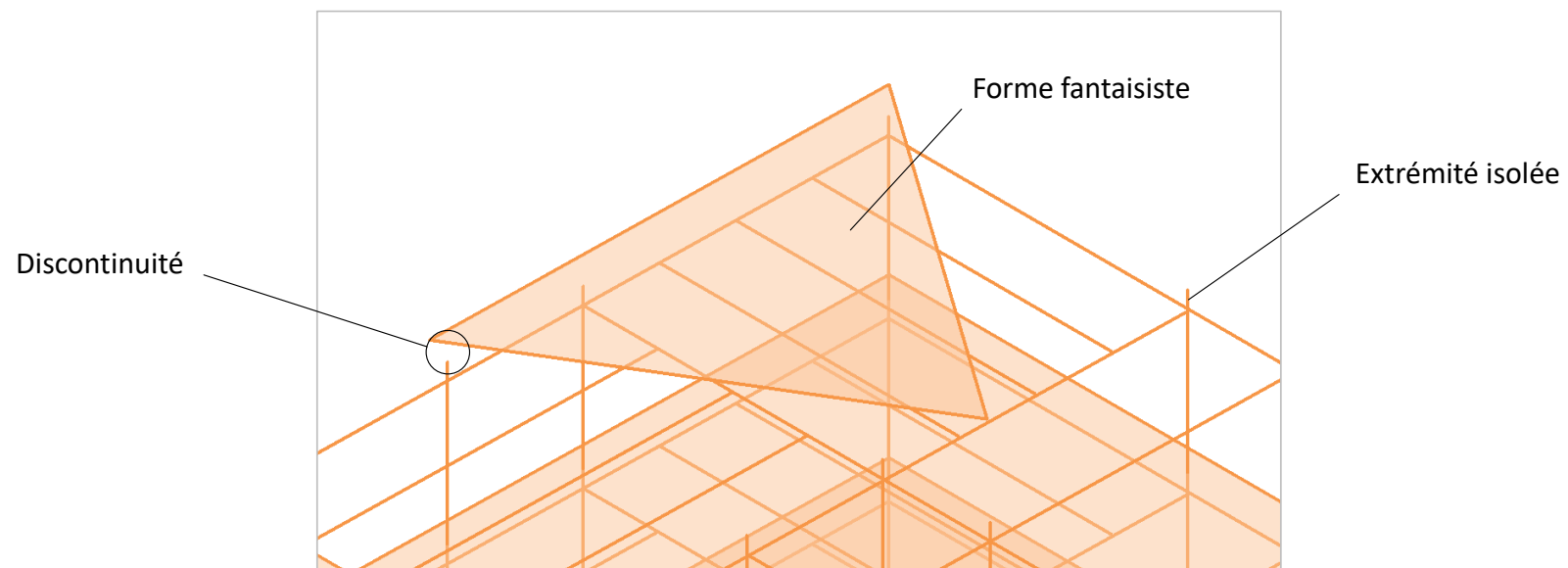
- Cliquer sur « Run »
- Une fois le processus terminé, fermer la fenêtre puis ouvrir la vue « 3D View - AM »
- Commenter

# Le modèle analytique

## Attention à la qualité du modèle analytique créé !

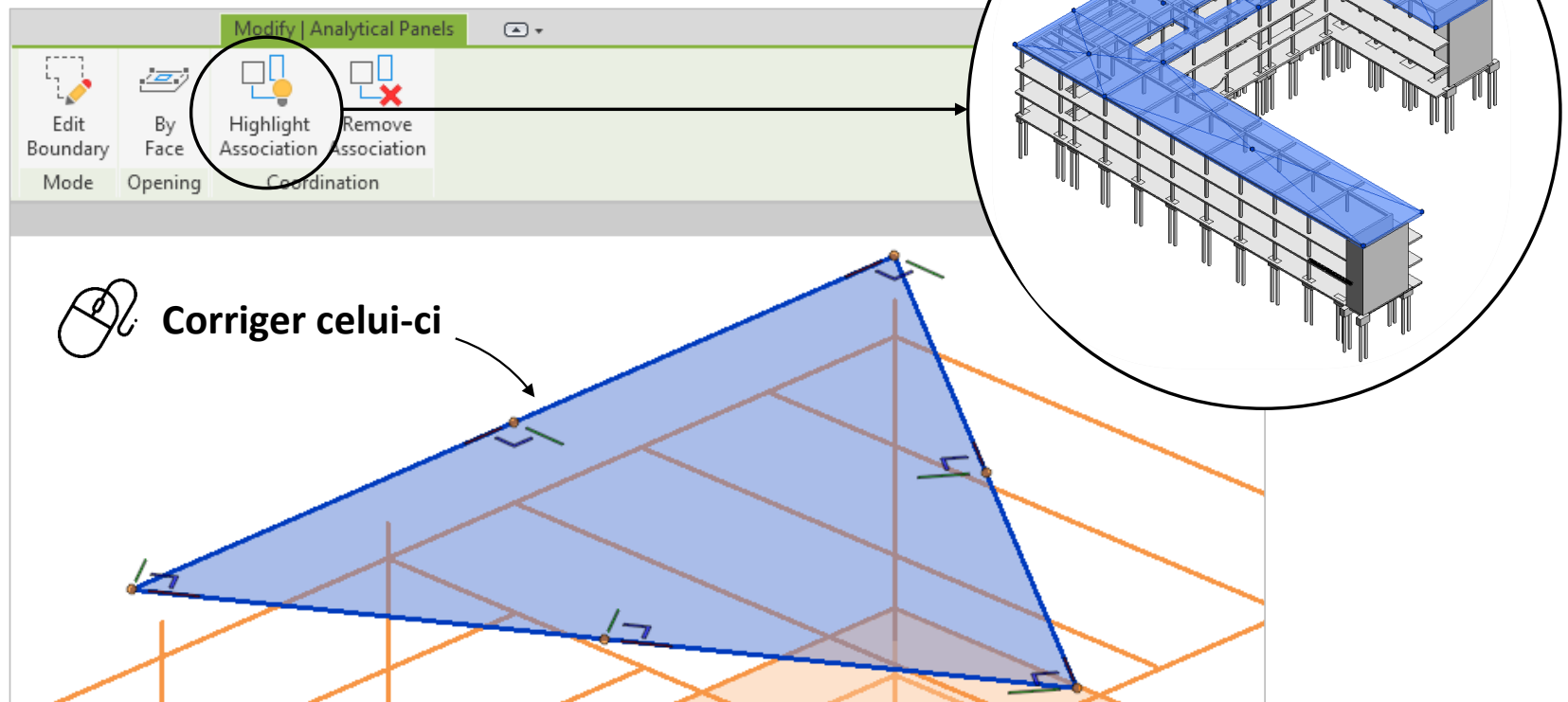
- Problèmes courants :

Edit boundary of slab



# Le modèle analytique

**Solution : corriger directement les éléments analytiques**



# Le modèle analytique

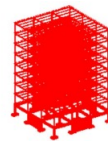
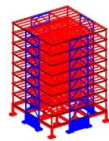


## Explorer les propriétés d'un élément analytique

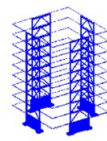
- Sélectionner un poteau (analytical member) dans le modèle analytique.
- Commenter.



Autodesk - Integrating  
Revit, Revit Structure, and  
Robot Structural Analysis  
Professional



Gravity



Lateral

Type d'analyse {

Properties	
Analytical Members (1) <span>Edit Type</span>	
<b>Constraints</b>	
Highest Associated Level	Roof
Lowest Associated Level	03 - Floor
<b>Materials and Finishes</b>	
Structural Material	Concrete - Cast-in-Place...
Physical Material Asset	Normal Weight Concrete - ...
<b>Structural</b>	
Structural Role	Column
Section Type	M_Concrete-Round-Colu...
Section Shape	Not Defined
Cross-Section Rotation	0.00°
Analyze As	Gravity
<b>Releases / Member Forces</b>	
Start Release	Fixed
Start Fx	<input type="checkbox"/> 0.00 kN
Start Fy	<input type="checkbox"/> 0.00 kN
Start Fz	<input type="checkbox"/> 0.00 kN
Start Mx	<input type="checkbox"/> 0.00 kN-m
Start My	<input type="checkbox"/> 0.00 kN-m
Start Mz	<input type="checkbox"/> 0.00 kN-m
End Release	Fixed
End Fx	<input type="checkbox"/> 0.00 kN
End Fy	<input type="checkbox"/> 0.00 kN
End Fz	<input type="checkbox"/> 0.00 kN
End Mx	<input type="checkbox"/> 0.00 kN-m
End My	<input type="checkbox"/> 0.00 kN-m
End Mz	<input type="checkbox"/> 0.00 kN-m
Member Forces	<span>Edit...</span>
<a href="#">Properties help</a> <span>Apply</span>	

} Matériau

} Rôle structurel (poutre...)

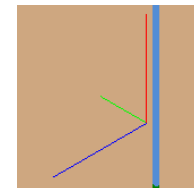
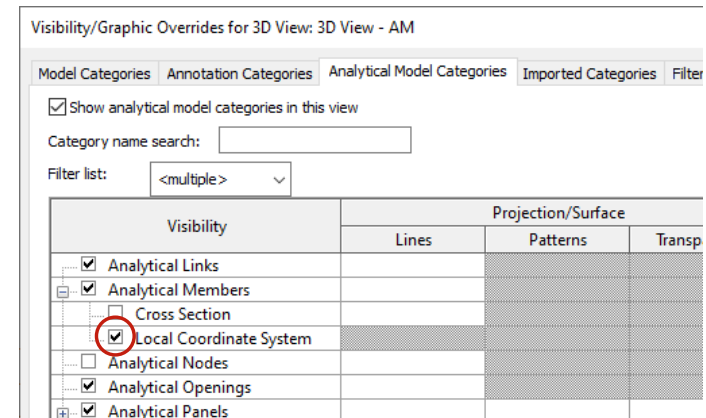
} Relâchement / chargements  
aux noeuds

# Le modèle analytique



## Afficher le repère local des éléments analytiques

- Ouvrir la vue « 3D View – AM »
- Dans le volet *Properties*, trouver la ligne *Visibility/Graphic Overrides* et cliquer sur *Edit...*
- Dans l'onglet *Analytical Model Categories*, cliquer sur le  $\oplus$  de *Analytical Members*
- Cocher la case « Local Coordinate System »



Axe local  $\vec{x}$

Axe local  $\vec{y}$

Axe local  $\vec{z}$

Communication entre les logiciels et interopérabilité



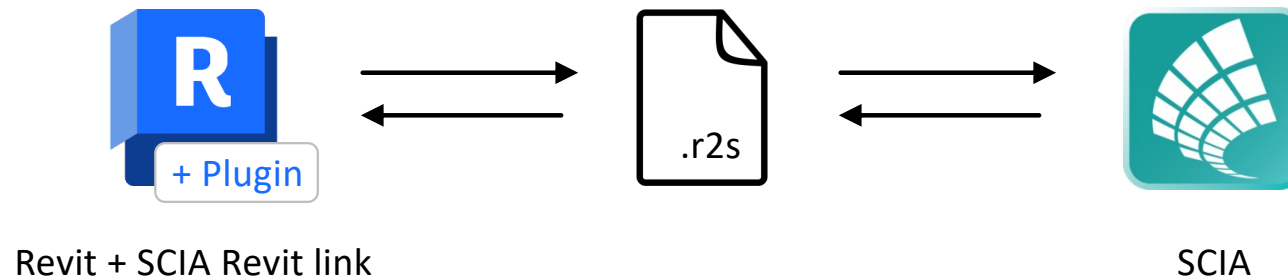
# Méthodes d'échange des données

## Logiciel de modélisation ↔ logiciel de calcul

- Échange de fichier dans un format propriétaire (exemple : r2s, t2s).
  - certains formats propriétaires comme le SAF sont ouverts. Ce format assure l'interopérabilité des produits du monde «Nemetschek».
- Échange de fichier dans un format standardisé (IFC).



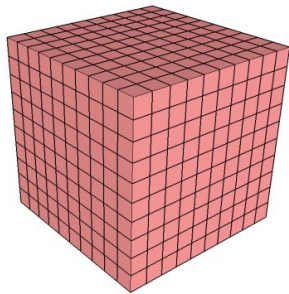
**! Un plug-in peut être nécessaire pour importer/exporter les données dans le format souhaité.**



# Échange via IFC

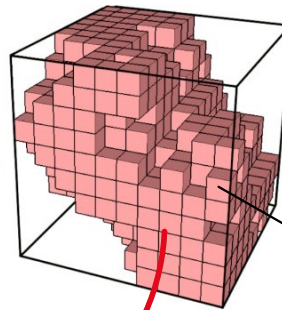
Pour le cas d'usage « Analyse des structures » —> MVD « Structural Analysis View »

## Schéma IFC (2x3)



Seuls les classes  
renseignées dans le MVD  
sont présentes dans le  
fichier IFC

## Structural Analysis View



Mark Baldwin, *Der  
BIM-Manager* (2018)

Éléments filaires  
Surfaces  
Chargements (ponctuel, linéaire, surfacique...)  
Connexions  
Sections  
...

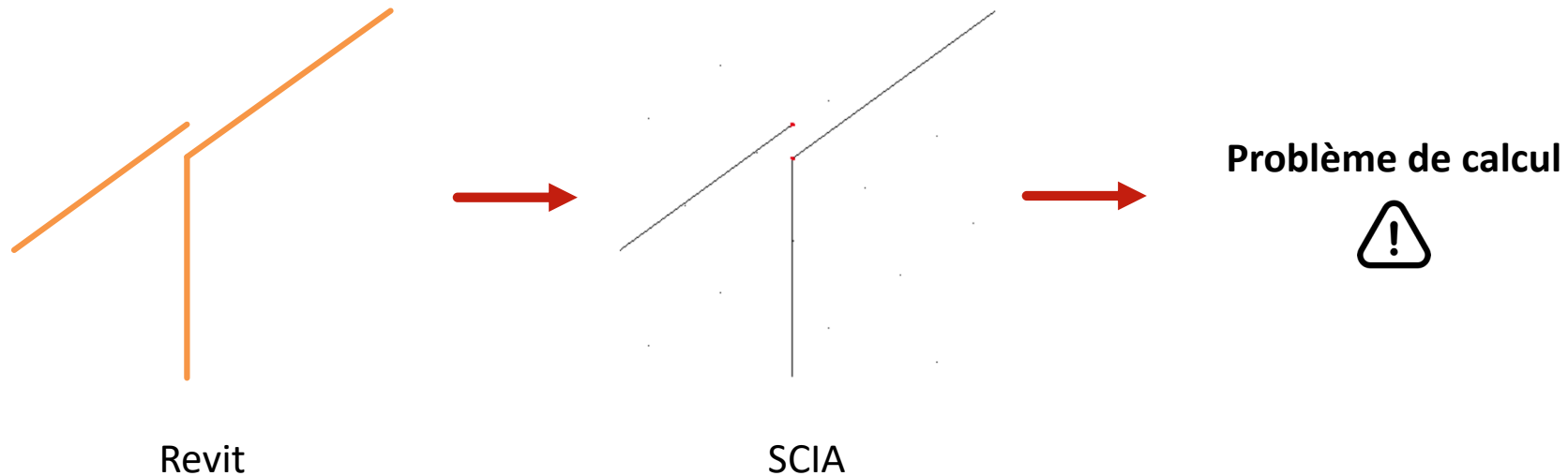


Fichier IFC

# Problèmes de communication: discontinuité

## Attention à la qualité du modèle analytique créé !

- Exemple classique de discontinuité :

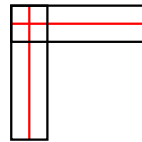


# Problèmes de communication: discontinuité

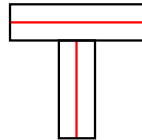
## Rappel

Attention aux  
**discontinuités** lors de  
l'export IFC!

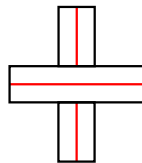
### Modèle physique



*Walls with L-connection*



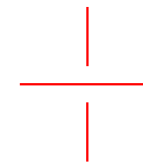
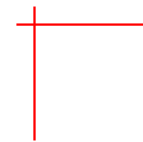
*Walls with T-connection*



*Column-Ceiling-Column*



### Modèle analytique



TU Wien  
BIM Roadmap für digitale  
Planung

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Si vous avez des questions, n'hésitez pas à les partager