

Analyse de la qualité de l'exportation des propriétés des matériaux et de la capacité à les consulter après conversion en IFC : une étude comparative.

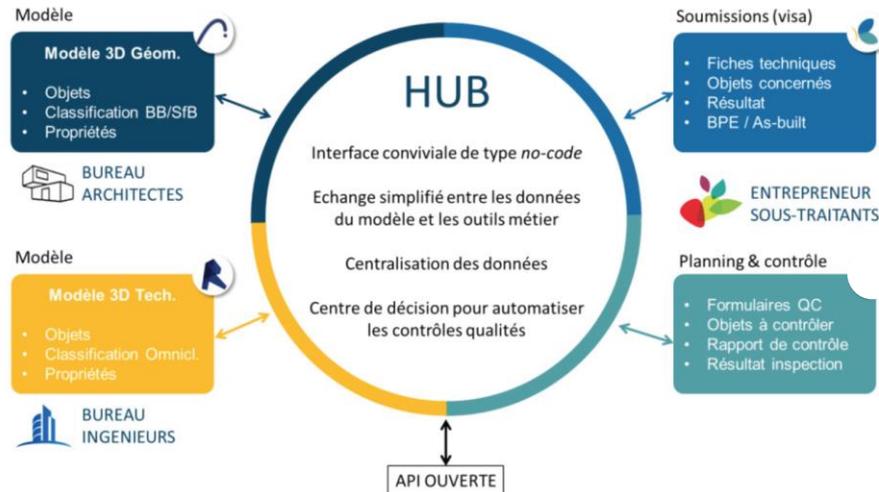
Meray Nassimos¹, Megan De Prins², Aurélie Jeunejean¹, et Pierre Leclercq¹

¹LUCID Lab for User Cognition & Innovative Design, Faculty of Applied Sciences, University of Liege, Belgium

²Buildwise, Belgium

Contexte général

- ▷ Dans le cadre du développement d'un hub de données **collaboratif** pour améliorer la **coordination sur chantier**, il est essentiel de garantir que les informations des **matériaux** dans les maquettes BIM soient **transmises** de manière fiable.
- ▷ Ces informations, sont fondamentales pour les différents acteurs du projet de construction.



Problématique

Plusieurs problèmes freinent l'**efficacité** de ce processus :

- ▷ Manque de précision : à préserver les propriétés des matériaux.
- ▷ Incohérences et pertes de données : lors des transferts entre outils BIM et logiciels de conversion.
- ▷ Inexactitudes : Propriétés des matériaux souvent **mal retranscrites** ou reliées.
- ▷ Interopérabilité limitée : La Difficulté à garantir une exportation des données au format IFC conforme au format natif.
- ▷ Problèmes collaboratifs

Approche de l'étude et les objectives

Pour résoudre ces défis, notre étude a mené une analyse comparative afin de :

- ▷ Évaluer la capacité des logiciels BIM (**Revit et ArchiCAD**) et **leurs paramètres d'exportation IFC** à exporter les propriétés des matériaux de manière fiable.
- ▷ Tester des outils tiers (**BIMData et IfcConvert**), et la fiabilité des conversions pour déterminer s'ils peuvent rendre ces données exploitables dans **un viewer collaboratif**.

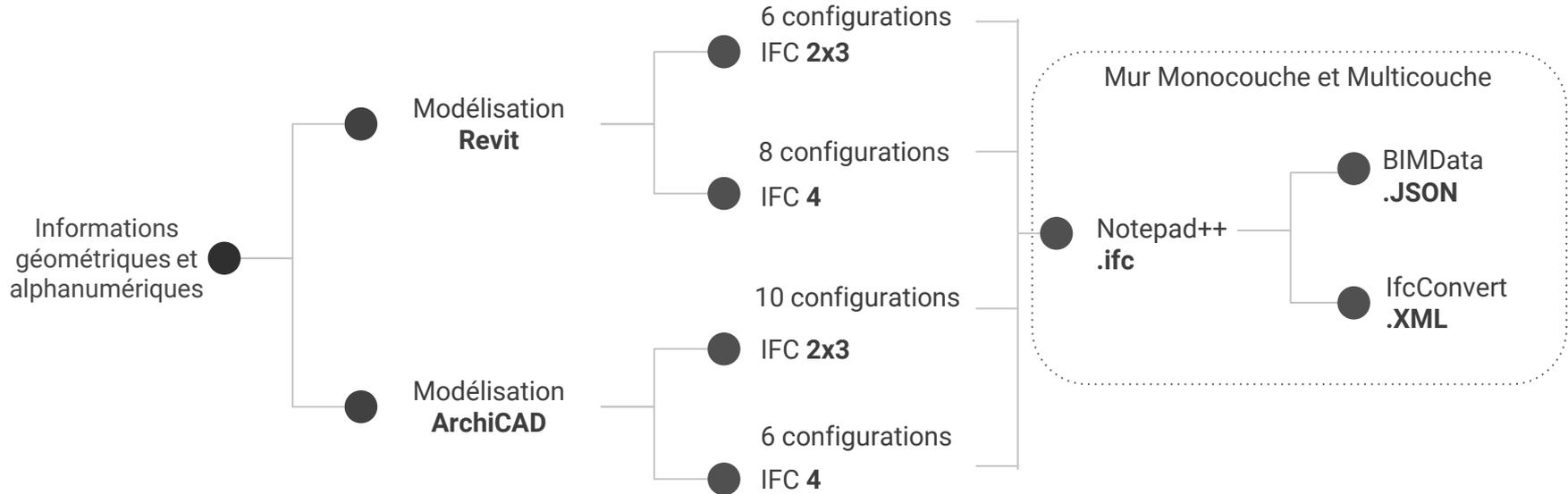
L'objectif final est d'identifier les meilleurs paramètres et outils, afin de garantir une transmission précise des informations des matériaux.

Méthodologie

Modélisation

Configurations

Analyse



Méthodologie

▷ Les logiciels utilisés pour l'étude et leurs versions :

Revit : 2024	Plug-in IFC : v24.2.0	Notepad++ : v8.5.8	BIMData API : 3.0.3, v1 (v1)	IfcConvert : 0.7.0
ArchiCAD : 26	-			

Méthodologie

▷ Observation :

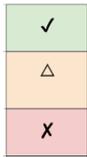
- L'emplacement des données dans l'arborescence IFC, JSON et XML varie selon :
 - Le logiciel utilisé (Revit ou ArchiCAD).
 - La méthode de modélisation
 - Les paramètres d'exportation.

→ Analyse ciblée pour chaque cas.

Objectif de l'analyse

1. Exploration de la structure des fichiers IFC, JSON et XML
2. Analyse de la structuration des données et des variations via BIMData et IfcConvert pour identifier :
 - **Relations** entre les informations.
 - Impact des **paramètres d'exportation** de Revit et ArchiCAD sur les données :
 - i. Une propriété de matériau **native**
 - ii. Une propriété de matériau **personnalisée**.
 - iii. La **classification** des matériaux.
 - iv. **L'épaisseur** du matériau.

● Nous examinons :



- Informations **présentes** dans l'IFC.
- Informations **présentes**, mais **difficilement 'reliables'** au matériau.
- Informations **absentes**.

Méthodologie

Modélisation

- ▷ Cas d'étude modélisé en Revit et ArchiCAD.
- ▷ Deux façons de modéliser les murs, sols, plafonds, toitures)

Méthodologie

Modélisation

- ▷ Cas d'étude modélisé en Revit et ArchiCAD.
- ▷ Deux façons de modéliser les murs, sols, plafonds, toitures) :

● Élément Multicouche

Propriétés
Mur de base
Wall-Ext_102Bwk-75Ins-100LBrk-12P

Murs (1) Modifier le type

Contraintes
Ligne de justification: Axe du mur
Contrainte inférieure: Level 0
Décalage inférieur: -0.5000 m
Partie inférieure attachée:
Extension inférieure: 0.0000 m
Contrainte supérieure: Jusqu'au niveau: Level 1
Hauteur non contrainte: 4.5000 m
Décalage supérieur: 1.0000 m
Partie supérieure attachée:
Extension supérieure: 0.0000 m
Limite de pièce:
Lisé au volume:

Construction
Thermal conductivity: Test

Définition de la coupe transversale
Coupe transversale: Vertical

Texte
Asset ID

Structure
Structure:
Utilisation structurelle: Non porteur

Cotes
Longueur: 5.2650 m
Surface: 23.693 m²
Volume: 6.296 m³

Données d'identification

Modifier l'assemblage
Famille: Mur de base
Type: Wall-Ext_102Bwk-75Ins-100LBrk-12P
Epaisseur totale: 0.2900 m (Par défaut)
Résistance (R): 4.2386 (m²·K)/W
Masse thermique: 300.30 kJ/(m²·K)
Exemple de hauteur: 6.0960 m

Couches
CÔTÉ EXTÉRIEUR

Fonction	Matériau	Epaisseur	Retournements	Matériau structurel	Variable
1	Finition 1 [4]	Brick, Common	0.1025 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Isolant/Vide [3]	Fiberglass Batt	0.0750 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Limite de la couche Couches au-dessus 0.0000 m				
4	Porteur/Osature	Concrete Mason	0.1000 m	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Limite de la couche Couches en dessous 0.0000 m				
6	Finition 2 [5]	Plaster	0.0125 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

● Élément Monocouche

Propriétés
Mur de base
Couche_Brick, Common

Murs (1) Modifier le type

Contraintes
Ligne de justification: Axe du mur
Contrainte inférieure: Level 0
Décalage inférieur: -0.5000 m
Partie inférieure attachée:
Extension inférieure: 0.0000 m
Contrainte supérieure: Jusqu'au niveau: Level 1
Hauteur non contrainte: 4.5000 m
Décalage supérieur: 1.0000 m
Partie supérieure attachée:
Extension supérieure: 0.0000 m
Limite de pièce:
Lisé au volume:

Construction
Thermal conductivity: Test

Définition de la coupe transversale
Coupe transversale: Vertical

Texte
Asset ID

Structure
Structure:
Utilisation structurelle: Non porteur

Cotes
Longueur: 5.2650 m
Surface: 24.998 m²
Volume: 2.562 m³

Données d'identification

Modifier l'assemblage
Famille: Mur de base
Type: Couche_Brick, Common
Epaisseur totale: 0.1025 m (Par défaut)
Résistance (R): 0.1898 (m²·K)/W
Masse thermique: 133.46 kJ/(m²·K)
Exemple de hauteur: 6.0960 m

Couches
CÔTÉ EXTÉRIEUR

Fonction	Matériau	Epaisseur	Retournements	Matériau structurel	Variable
1	Limite de la couche Couches au-dessus 0.0000 m				
2	Finition 1 [4]	Brick, Common	0.1025 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Limite de la couche Couches en dessous 0.0000 m				

Méthodologie

Modélisation

Configurations

Tests des paramètres de configuration d'export.

▷ Tests d'exportation : Revit

- Paramètres de vue : “*Show Original*”, “*Show Parts*”, “*Show Both*”.
- Paramètres de configuration pour l'exportation IFC :
 - “*Export base quantities*”, “*Export parts as building elements*”, etc.
- Paramètres géométriques des éléments **multicouches** : composants divisés ou non.

- ▷ Tests d'exportation : ArchiCAD
 - Paramètres géométriques :
 - Avec ou sans décomposition des entités multicouches en sous-parties (*IfcBuildingElementPart*).
 - Paramètres de conversion de données :
 - Propriétés des éléments, classifications, composants, matériaux.

- ▷ Scénarios combinés :
 - Revit et ArchiCAD : tests réalisés sur murs monocouches et multicouches, avec des combinaisons variées des paramètres.

Méthodologie

Modélisation

Configurations

Analyse

- ▷ Analyse de la structure de différents types de fichiers
 - IFC
 - JSON
 - XML

Évaluer l'impact des paramètres de modélisation et d'exportation de Revit et ArchiCAD sur les **propriétés** des matériaux, leur **classification**, l'**épaisseur** et la **liaison** avec les éléments de la maquette.

Méthodologie

Modélisation

Configurations

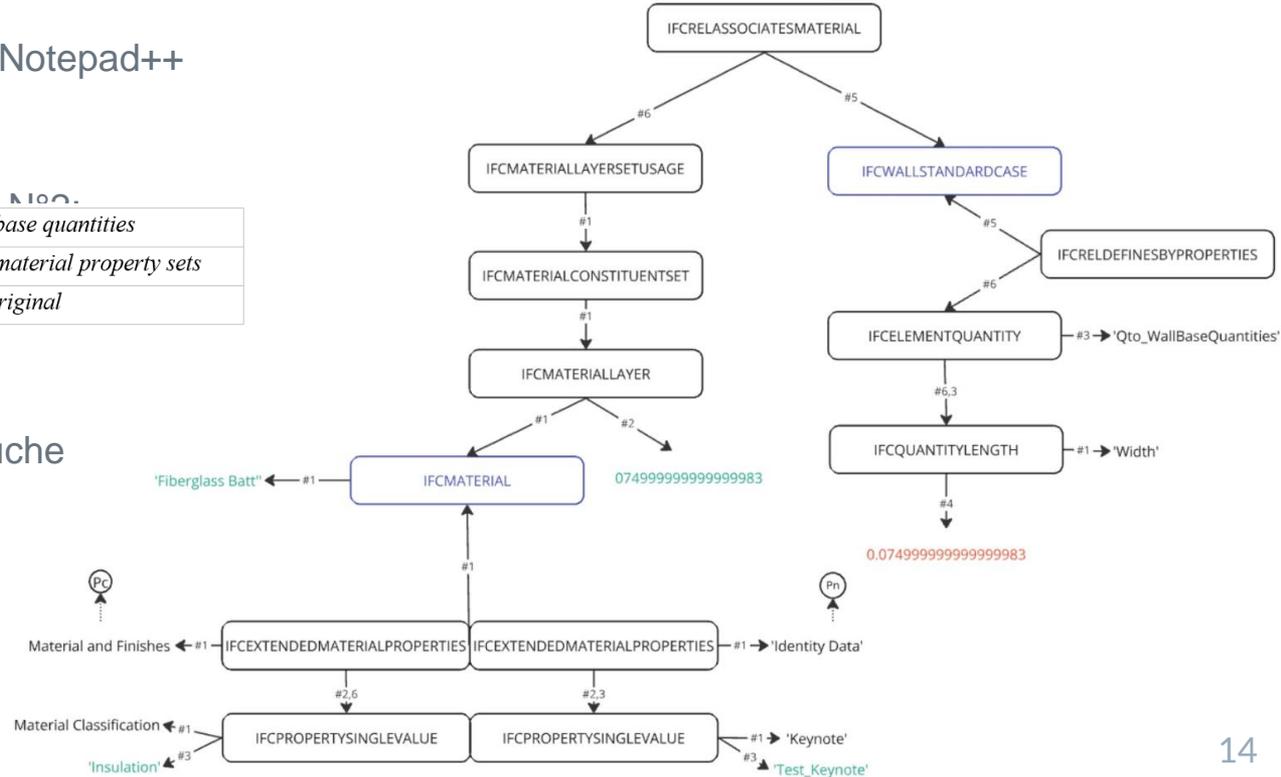
Analyse (IFC)

▷ Analyse de l'IFC dans Notepad++

- Ex: Revit

Paramètre IFC : <i>Property Sets</i>	<i>Export base quantities</i>
	<i>Export material property sets</i>
Paramètre de vue : <i>Parts Visibility</i>	<i>Show Original</i>

- IFC2x3
- Mur monocouche



▷ Méthodes d'analyse des données JSON

2. API BIMData:

- Import des fichiers IFC dans l'API BIMData v3.0.3/v1 :

○ Extraction des propriétés des éléments au format JSON

```
elements[30]: {  
  "uuid":  
  "2XHzdo_XS81gO65Q4eGKk6",  
  "type": "IfcWall",  
  "psets": [  
    BaseQuantities (51)  
  ],  
  "material_list": [  
    23  
  ]  
}
```

```
materials.list_components[23]: [{  
  "material": Fiberglass Batt (23),  
  "psets": [  
    Identity Data (69),  
    Identity (70),  
    Structural (71),  
    Other (72),  
    Thermal (73),  
    Materials and Finishes (74),  
  ],  
  "material_option": 9  
}  
materials.materials_data[23]: {  
  "step_id": 330,  
  "name": "Fiberglass Batt",  
  "description": null,  
  "category": null,  
  "psets": []  
}  
materials.materials_options[9]: {  
  "thickness": 0.075,  
  "material_list": []  
}
```

```
materials.list_components[23]: [{  
  "material": Fiberglass Batt (23),  
  "psets": [  
    Identity Data (69),  
    Identity (70),  
    Structural (71),  
    Other (72),  
    Thermal (73),  
    Materials and Finishes (74),  
  ],  
  "material_option": 9  
}]
```

```
psets[69, 74]: [{  
  "description": null,  
  "name": "Identity Data",  
  "type": "IfcExtendedMaterialProperties",  
  "properties": [..., {  
    "value": Test Keynote,  
    "def_id": Keynote (85)  
  }],  
  {  
    "description": null,  
    "name": "Materials and Finishes",  
    "type": "IfcExtendedMaterialProperties",  
    "properties": [..., {  
      "value": Insulation,  
      "def_id": Material Classification (87)  
    }], ...  
  }  
]
```

Analyse BIMData.io JSON file

./export/UseCase3/Export_ArchiCAD_IFC2x3_Configuration_1.ifc response.json

./export/UseCase3/Export_ArchiCAD_IFC2x3_Configuration_1.ifc response.json

Count

- [units](#) : 3
- [definitions](#) : 66
- [property_sets](#) : 77
- [classifications](#) : 6
- [elements](#) : 45
- [layers](#) : 5
- [systems](#) : 0
- [materials.materials_data](#) : 13
- [materials.list_components](#) : 13
- [materials.options](#) : 0

units

index	id	type	name	unit_type	prefix	dimensions	conversion_factor	elements	is_default	conversion_baseunit_index
0	1864589	IfcSIUnit	METRE	LENGTHUNIT		Array ([0] => 1 [1] => 0 [2] => 0 [3] => 0 [4] => 0 [5] => 0 [6] => 0)			1	
1	1864590	IfcSIUnit	SQUARE_METRE	AREAUNIT		Array ([0] => 2 [1] => 0 [2] => 0 [3] => 0 [4] => 0 [5] => 0 [6] => 0)			1	
2	1864591	IfcSIUnit	CUBIC_METRE	VOLUMEUNIT		Array ([0] => 3 [1] => 0)			1	

▷ Traitement des fichiers avec IfcConvert

2. IfcConvert : Conversion en XML :

```
<decomposition>
<IfcWallStandardCase id="2XHздо_X581gO65Q4eGKk6" Name="Basic Wall:Couche Fiberglass
Batt:329169" ObjectType="Basic Wall:Couche Fiberglass Batt" ObjectPlacement="0 -1 0 0 1 0
0 0 0 1 0 7.4975000000000094 5.4099999999999753 -4.5 1" Tag="329169">
  <IfcMaterialLayerSetUsage xlink:href="#IfcMaterialLayerSetUsage_16091"/>

<materials>
  <IfcMaterialLayerSetUsage id="IfcMaterialLayerSetUsage_16091" LayerSetName="Basic
Wall:Couche Fiberglass Batt" LayerSetDirection="AXIS2" DirectionSense="NEGATIVE" Offset-
FromReferenceLine="0.03749999999999992">
    <IfcMaterialLayer Name="Fiberglass Batt" LayerThickness="0.07499999999999983"/>
  </IfcMaterialLayerSetUsage>
```

```
#4 decomposition > IfcWall > IfcMaterialLayerSetUsage
materials > IfcMaterialLayerSetUsage > IfcMaterialLayer attr:Name
```

```
#6 decomposition > IfcWall > IfcMaterialLayerSetUsage
materials > IfcMaterialLayerSetUsage > IfcMaterialLayer attr:LayerThickness
```

Résultats Principaux

- Revit

		Synthèse de l'export Revit 2024 en IFC 2x3											
		IFC				BIMData				IfcConvert			
		nom	prop. native ¹	prop. custom	épais.	nom	prop. native	prop. custom	épais.	nom	prop. native	prop. custom	épais.
Config #1	1c=1e	✓	X	X	✓	✓			✓	✓#4			✓#6
	multi	✓	X	X	✓	✓			✓	✓#4			✓#6
Config #2	1c=1e	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓#4	X	X	✓#6
	multi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓#4	X	X	✓#6
Config #3	1c=1e	✓	X	X	✓	✓			✓	✓#4			✓#6
	multi	✓	X	X	✓	✓			✓	✓#4			✓#6
Config #4	1c=1e	✓	X	X	✓	✓			✓	✓#4			✓#6
	multi	✓	X	X	✓	✓			✓	✓#4			✓#6
Config #5	1c=1e	✓	X	X	✓	✓			✓	✓#4			✓#6
	multi	✓	X	X	✓	✓			✓	✓#4			✓#6
Config #6	1c=1e	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓#4	X	X	✓#6
	multi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓#4	X	X	✓#6

		Synthèse de l'export Revit 2024 en IFC 4											
		IFC				BIMData				IfcConvert			
		nom	prop. native ¹	prop. custom	épais.	nom	prop. native	prop. custom	épais.	nom	prop. native	prop. custom	épais.
Config #1	1c=1e	✓	X	X	△ ^{*2}	✓			△	✓#5			△#1
	multi	✓	X	X	✓	✓			X	X			X
Config #2	1c=1e	✓	✓	✓	△ ^{*2}	✓	✓	✓	△	✓#2	△#2	X	△#5
	multi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	X
Config #3	1c=1e	✓	X	X	△ ^{*2}	✓				✓#2			
	multi	✓	X	X	△ ^{*2}	✓				X			
Config #4	1c=1e	✓	X	X	△ ^{*2}	✓				✓#2			
	multi	✓	X	X	△ ^{*2}	✓				X			
Config #5	1c=1e	✓	X	X	△ ^{*2}	✓				✓#2			
	multi	✓	X	X	△ ^{*2}	✓				X			
Config #6	1c=1e	✓	✓	✓	△ ^{*2}	✓	✓	✓		✓#2	△#2	X	
	multi	✓	✓	✓	△ ^{*2}	✓	✓	✓		X	X	X	
Config #7	1c=1e (ND ³)	✓	✓	✓	X	X	X	X		X	X	X	
	multi (D ⁴)	X ^{*3}	✓	✓		△ ^{*3}	✓	✓	X	△ ^{*3} #2	△#2	X	X
Config #8	1c=1e (D)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	X
	multi (D)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	X

¹ Dans Revit, la classification d'un matériau est dans les propriétés (Keynote/Class).

*Existe, mais pas lié, ^{*2}Lié, mais c'est l'épaisseur du mur monocouche, ^{*3}Pas de nom dans IFCWALL et l'ID est l'ID Revit de la partie et non pas du mur.

³ Dans Revit, la classification d'un matériau se trouve dans les propriétés (Keynote/Class).

⁴ Éléments Non Divisés

⁵ Éléments Divisés

Résultats Principaux

- ArchiCAD

Synthèse de l'export ArchiCAD en IFC 2x3

		IFC					BIMData					IfcConvert				
		nom	prop. native	prop. custom	classif.	épais.	nom	prop. native	prop. custom	classif.	épais.	nom	prop. native	prop. custom	classif.	épais.
		Config #1	mono	✓	X	X	X	✓	✓				△	✓#2		
	multi	✓	X	X	X	X						✓#3				
Config #2	mono	✓	X	X	X	X	✓					✓#2				
	multi	✓	X	X	X	X	X					✓#3				
Config #3	mono	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	X	X		✓#2	✓#1	✓#1	X	
	multi	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	X		✓#3	✓#1	✓#1	X	
Config #4	mono	✓	X	X	X	✓	✓				✓	✓#2				✓#2
	multi	✓	X	X	X	△	X					✓#3				
Config #5	mono	✓	X	X	X	✓	✓				X	✓#2				✓#4
	multi	✓	X	X	X	✓	X				X	✓#3				✓#4
Config #3&5	mono	✓	✓	✓	✓	✓						✓#2	✓#1	✓#1	X	✓#4
	multi	✓	✓	✓	✓	✓						✓#3	✓#1	✓#1	X	✓#4

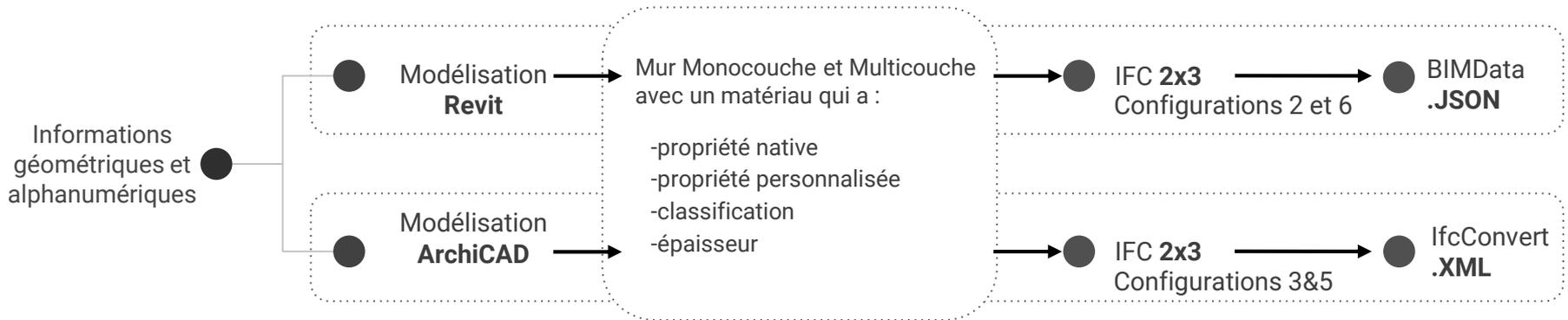
Synthèse de l'export ArchiCAD en IFC 4

		IFC					BIMData					IfcConvert				
		nom	prop. native	prop. custom	classif.	épais.	nom	prop. native	prop. custom	classif.	épais.	nom	prop. native	prop. custom	classif.	épais.
		Config #1	mono	✓	X	X	X	✓	✓				X	✓#2		
	multi	✓	X	X	X	✓	✓				X	✓#1				✓#1
Config #2	mono	✓	X	X	X	X	✓					✓#2				
	multi	✓	X	X	X	X	✓					X(1)				
Config #3	mono	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	X		✓#2	X	X	X	
	multi	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	X		✓#2	X	X	X	
Config #4	mono	✓	X	X	X	✓	✓				✓	✓#2				✓#2
	multi	✓	X	X	X	△	✓				△	X(1)				
Config #5	mono	✓	X	X	X	✓	✓				X	✓#2				✓#3
	multi	✓	X	X	X	✓	✓				X	X(1)				✓#3
Config #6	multi	✓	X	X	X	X	X					✓#2				
Config #7	multi	✓	X	X	X	X	X					✓#3				
Config #8	multi	✓	✓	✓	✓	X	X	X	X	X		✓#3	X	X	X	
Config #9	multi	✓	X	X	X	△	X					✓#3				
Config #10	multi	✓	X	X	X	✓	X				X	✓#3				✓#4

(1) On a le IfcMaterialConstituentSet mais pas les IfcMaterialConstituent qui lient l'IfcMaterial.

Analyse Comparée

Compatibilité avec les outils :



Discussion

- Limitations générales
 - Des données **multicouches**.
 - Des **paramètres** d'exportation.
 - La manière de modéliser pour transcrire au mieux le modèle natif.
 - Pas de **solution unique** pour le viewer.

Conclusion et Perspectives

- Revit et ArchiCAD permettent des exportations efficaces avec des configurations spécifiques.
- Les outils comme BIMData et IfcConvert offrent des solutions pour analyser les fichiers IFC, mais des défis subsistent.
- Implications pratiques :
 - Les résultats aident les professionnels BIM à choisir les outils et paramètres appropriés selon leurs besoins spécifiques.

Propositions futures :

- ▷ Pousser les fournisseurs de logiciels de modélisation à améliorer leur exportation vers le format IFC
- ▷ Poursuivre l'évaluation avec d'autres logiciels et versions du format IFC.
- ▷ Développer des outils ou plugins simplifiant l'exportation, l'analyse et la gestion des matériaux.

Table 2. Paramètres de configuration pour l'exportation IFC dans Revit.

<i>Property Sets</i>	<i>Export base quantities</i>
	<i>Export material property sets</i>
	<i>Export Revit property sets</i>
	<i>Export IFC common property sets</i>
	<i>Export schedules as property sets</i>
<i>Advanced</i>	<i>Export part as building elements</i> (Attention : le paramètre " <u>Additionnel Content</u> ": " <u>Export only element visible in view</u> " est activé automatiquement avec celui-ci)
Les paramètres géométriques de la modélisation des murs multicouches	Diviser les composants d'un mur (dans le cas d'un mur multicouche), ou ne pas les diviser.

Table 3. Paramètres de configuration pour l'exportation IFC dans ArchiCAD.

	IFC2x3	IFC4
<i>La conversion géométrique</i>	<i>Décomposer seulement si nécessaire pour préserver les matériaux</i>	<i>Diviser en parties les éléments de construction complexes</i>
<i>La conversion de données</i>	<i>Quantité de base IFC</i>	
	<i>Propriétés des éléments</i>	
	<i>Propriétés et classifications des matériaux</i>	
	<i>Paramètres des éléments</i>	
	<i>Paramètres des composants</i>	

Table 6. Récapitulatif des combinaisons de paramètres d'exportation testées dans Revit24.

		<i>IFC4</i>		<i>IFC2x3</i>	
Paramètres géométriques		<i>Eléments divisés et d'autres non</i>		Sans diviser en parties les éléments de construction complexes	
Paramètres de vue		<i>Show parts (élément multicouche)</i>		<i>Show Original</i>	
Paramètres de conversion des données IFC					
1	<i>Export base quantities</i>		Config #1	Config #1	
2	<i>Export Revit property sets</i>		Config #3	Config #3	
3	<i>Export IFC common property sets</i>		Config #4	Config #4	
4	<i>Export schedules as property sets</i>		Config #5	Config #5	
5	<i>Export material property sets</i>		Config #6	Config #6	
Combinaison de paramètres :					
1 et 5			Config #2	Config #2	
1, 5 avec “Export part as building elements”		Config #7			

6.1 Résultats pour IFC2x3 et IFC4 de Revit2024

Les meilleurs résultats obtenus lors de l'activation de certains paramètres de configuration d'exportation IFC dans Revit sont résumés de la façon suivante :

- a) En activant *Export Revit property sets* (Configuration #3 et #2) et/ou *Export IFC common property sets* (Configuration #4), pour IFC2x3, on obtient l'épaisseur des matériaux [ep]. Alors que pour IFC4, on retrouve le matériau avec son épaisseur, mais il n'est lié à aucun élément.
- b) En activant *Export base quantities* (configurations #1), on obtient l'épaisseur [ep] pour la paroi et la couche. Pour IFC4, nous obtenons l'épaisseur de couche non seulement à partir des informations sur les matériaux, mais également à partir de l'entité ifcWall, en particulier lorsqu'il s'agit d'éléments composés de plusieurs couches de matériaux.
- c) En activant *Export material property sets* (configurations #6 ou Configuration #2), nous obtenons les propriétés natives du matériau, les propriétés personnalisées du matériau et l'épaisseur du matériau [pn pc ep].

En revanche, pour IFC4, on retrouve le matériau avec son épaisseur, mais il n'est pas lié à un élément.

Résultats pour IFC2x3 et IFC4 d'ArchiCAD26

Les meilleurs résultats obtenus lors de l'activation de certains paramètres de configuration d'exportation IFC dans ArchiCAD sont les suivants :

Si le paramètre de conversion de géométrie n'est pas activé pour l'IFC 4 (configuration #1 à #5) :

- a) Configuration #1 - en activant *Quantités de base IFC*, on obtient l'épaisseur des matériaux.
- b) Configuration #2 - en activant *Propriétés des éléments*, on n'obtient aucune des caractéristiques pour les matériaux.
- c) Configuration #3 - en activant *Propriétés et classifications des matériaux*, on obtient la propriété native et personnalisée et la classification des matériaux. Il manque cependant l'épaisseur des différentes couches.
- d) Configuration #4 - en activant *Paramètres des éléments*, on obtient l'épaisseur des matériaux. Par contre, pour le multicouche, les épaisseurs ne sont pas facilement reliables au matériau correspondant.
- e) Configuration #5 - en activant *Paramètres des composants*, on obtient l'épaisseur des matériaux.

Pour obtenir l'épaisseur et les propriétés natives et personnalisées des matériaux, il faut donc combiner soit

- les configurations #1 et #3
- les configurations #5 et #3.

Si le paramètre de conversion de géométrie est activé pour IFC4 (configuration #6 à #10 - seuls les murs multicouches sont analysés pour ces configurations, car ce paramètre n'a pas d'influence sur les murs monocouches) :

- a) Configuration #6 - en activant *Quantités de base IFC*, on n'obtient aucune des caractéristiques pour les matériaux.
- b) Configuration #7 - en activant *Propriétés des éléments*, on n'obtient aucune des caractéristiques pour les matériaux.
- c) Configuration #8 - en activant *Propriétés et classifications des matériaux*, on obtient la propriété native et personnalisée et la classification des matériaux. Il manque cependant l'épaisseur des différentes couches.
- d) Configuration #9 - en activant *Paramètres des éléments*, on obtient l'épaisseur des matériaux, mais celles-ci ne sont pas facilement reliables au matériau correspondant.
- e) Configuration #10 - en activant *Paramètres des composants*, on obtient l'épaisseur des matériaux.

Pour obtenir l'épaisseur des matériaux et leurs propriétés natives et personnalisées, nous avons donc dû fusionner les configurations #8 et #10.

Pour l'IFC2x3, le paramètre de conversion géométrique doit être activé pour assurer l'exportation des matériaux. Il n'y a donc que 5 configurations étudiées, celles-ci donnent les mêmes résultats que l'IFC4 :

- pour les éléments monocouches : voir les résultats des configurations IFC4 #1 à #5;
- pour les éléments multicouches : voir les résultats des configurations IFC4 #6 à #10.