

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

Abstract. In the field of building information modeling and management (BIM), software interoperability is crucial to ensure good collaboration between project partners and effective information exchange. This article presents a comparative analysis of the ability of two BIM modeling software, Revit and ArchiCAD, to export material data of “wall” elements in IFC (Industry Foundation Class) format, an open format allowing interoperability of BIM software. The research methodology involves creating identical projects in both software, defining the names of the modeled objects, the names of their materials and their custom and native properties, as well as the thickness of each material layer. Geometries and associated information are exported according to IFC4 and IFC 2x3 standards, with iterative exports involving parameter variations. BIMData and IfcConvert are studied to measure the reliability of these tools for reading an IFC exported from Revit or ArchiCAD. This research provides valuable conclusions on the possibility of exporting material characteristics from a BIM project to IFC. This research helps professionals understand each IFC export configuration parameter, as well as the ability to view this information through BIMData and IfcConvert.

Keywords. IFC Export, Material Properties, Revit24, ArchiCAD26, BIMData, IfcConvert.

Résumé. Dans le domaine de la modélisation et de la gestion des informations du bâtiment (BIM), l'interopérabilité des logiciels est cruciale pour assurer une bonne collaboration entre partenaires de projet et un

échange d'informations efficaces. Cet article présente une analyse comparative de la capacité de deux logiciels de modélisation BIM, Revit et ArchiCAD, à exporter des données de matériaux des éléments « mur » au format IFC (Industry Foundation Class), un format ouvert permettant l'interopérabilité des logiciels BIM. La méthodologie de recherche implique la création de projets identiques dans les deux logiciels, définissant les noms des objets modélisés, les noms de leurs matériaux et leurs propriétés personnalisées et natives, ainsi que l'épaisseur de chaque couche de matériau. Les géométries et les informations associées sont exportées selon les normes IFC4 et IFC 2x3, avec des exportations itératives impliquant des variations de paramètres. BIMData et IfcConvert sont étudiés afin de mesurer la fiabilité de ces outils pour la lecture d'un IFC exporté à partir du Revit ou d'ArchiCAD. Cette recherche apporte des conclusions précieuses sur la possibilité d'exporter vers l'IFC les caractéristiques des matériaux à partir d'un projet BIM. Cette recherche aide les professionnels à comprendre chaque paramètre de configuration d'export IFC ainsi que la capacité de consulter ces informations à travers BIMData et IfcConvert.

Mots clés. Exportation IFC, Propriétés des matériaux, Revit24, ArchiCAD26, BIMData, IfcConvert

1 Introduction

La modélisation des informations du bâtiment a transformé le secteur de la construction en fournissant des modèles multidimensionnels et dynamiques qui contiennent des informations natives détaillées sur les aspects physiques et fonctionnels des bâtiments. Au sein de l'écosystème BIM, les propriétés des matériaux jouent un rôle essentiel, car elles permettent d'éclairer les processus décisionnels concernant la durabilité, la rentabilité et l'intégrité structurelle. Les normes Industry Foundation Classes, qui est un format de fichiers, permettent à différents logiciels BIM de communiquer et d'échanger efficacement des données. Les récentes mises à jour d'ArchiCAD 26 et Revit 2024 ont attiré l'attention sur la capacité d'exporter et de préserver avec précision les propriétés des matériaux lorsqu'ils sont convertis en IFC. Des outils pour gérer et récupérer les données de modèle BIM, comme BIMData (<https://bimdata.io/>), et des outils de conversion de fichiers IFC, comme IfcConvert, sont utilisés dans le processus BIM.

Évaluer la qualité de ces exports est crucial pour s'assurer que les données restent utilisables après la conversion, et pour favoriser le travail collaboratif dans les environnements multi-logiciels.

1.1 Énoncé du problème

Malgré les avancées technologiques, des inquiétudes subsistent quant à la fidélité et à la qualité de l'exportation des caractéristiques des matériaux à partir des logiciels BIM. Lors du

transfert de données entre différentes applications BIM et outils de conversion tels que BIMData et IfcConvert, il existe un risque d'incohérences, de perte de données ou d'inexactitudes. Il est donc impératif d'analyser et de comparer l'efficacité de l'exportation des propriétés des matériaux selon les normes IFC. Cette étude comparative vise à identifier les limites et les défis présentés par ces deux logiciels à exporter un IFC avec les informations liées aux matériaux, ainsi que la capacité, de traiter les données IFC par des outils tels que BIMData et IfcConvert. En examinant la qualité des exportations, l'étude cherche à découvrir les disparités et à suggérer des améliorations pour garantir un échange d'informations conforme aux normes IFC, optimisant ainsi la collaboration et l'efficacité des processus BIM sur diverses plateformes.

1.2 Objectifs de recherche

Les objectifs spécifiques de l'analyse visent à :

1. Identifier le paramètre de configuration IFC dans Revit2024 et ArchiCAD26 pour exporter les caractéristiques des matériaux.
2. Évaluer la possibilité d'exporter les informations liées aux matériaux en IFC2x3 ou IFC4.
3. Évaluer la fiabilité de la conversion des modèles des logiciels de modélisation vers l'IFC et la conversion des fichiers IFC via BIMData et IfcConvert.

Cette recherche est réalisée en se consentant sur l'analyse des éléments murs.

L'objectif plus large de la recherche vise à répondre aux questions suivantes et fait partie d'un projet de recherche « LetsLink » développant une solution numérique pour interfacier le processus BIM entre les phases de conception et les phases d'exécution.

Questions de l'étude : Est-ce que les informations suivantes sont exportées et où peut-on les trouver ? :

1. Une propriété de matériau native [pn] : propriété de base proposée par les logiciels de modélisation.
2. Une propriété de matériau personnalisée [pc].
3. La classification des matériaux [pn].
4. L'épaisseur du matériau [ep=épaisseur].

2 Revue de littérature

L'interopérabilité dans le domaine du BIM est un aspect crucial pour assurer une communication efficace entre les différents outils de modélisation. L'exportation des informations de matériaux à partir de logiciels BIM majeurs tels que Revit et ArchiCAD vers le format IFC (Industry Foundation Class) est un élément essentiel de cette interopérabilité. Citons les références suivantes pour qui questionnent aussi l'exportation de données dans le même contexte :

L'étude du Muller et al [1], évalue l'interopérabilité BIM pour les structures en béton coulées sur place en analysant l'échange de données via IFC. Des éléments structurels dans les modèles, sont examinés pour leur cohérence matérielle. De perte de données ont été constatées malgré des améliorations dans les identifiants d'objets.

L'article « Transformation du modèle BIM vers BEM basé sur IFC » [2] aborde également le rôle critique des matériaux dans le processus de transformation du BIM vers le BEM. Une représentation précise des propriétés des matériaux est essentielle pour une modélisation énergétique fiable, car les matériaux influencent considérablement les performances thermiques et l'efficacité énergétique d'un bâtiment. L'étude souligne la nécessité de données précises sur les matériaux dans les modèles IFC pour garantir que le BEM reflète avec précision les caractéristiques thermiques et physiques des composants du bâtiment. Résoudre les problèmes tels que la perte de données matérielles ou les erreurs d'interprétation lors de la transformation du modèle est cruciale pour obtenir des résultats d'analyse énergétique fiables.

L'article de Noardo et al. [3], examine les modèles IFC utilisés dans la pratique pour évaluer leur qualité et leur facilité d'utilisation. Les auteurs se concentrent sur les défis et les incohérences des modèles IFC, notamment en ce qui concerne l'exportation et la représentation correcte des matériaux, qui sont cruciales pour un échange de données précis pour la modélisation des informations du bâtiment (BIM). Ils fournissent un aperçu des problèmes courants rencontrés dans les modèles du monde réel et suggèrent des améliorations pour une meilleure interopérabilité et une meilleure intégrité des données dans le secteur de la construction.

3 Méthodologie

3.1 Création de projet

Pour établir une base de comparaison, des projets identiques ont été créés dans ArchiCAD26 et Revit2024 (Fig. 1). Ce processus implique de définir des éléments à l'aide d'informations géométriques et alphanumériques. Une attention particulière est portée aux matériaux. Des propriétés personnalisées et natives sont spécifiées pour les matériaux ainsi que leurs épaisseurs. Cela permet de garantir une exploration complète de la qualité des informations d'exportation et de lecture sur différents types de données et outils. Le modèle étudié créé dans Revit et dans ArchiCAD contient les éléments suivants : Portes (IfcDoor), Fenêtre (IfcWindow), Toiture (IfcRoof), Dalle (IfcSlab), et Murs multicouches et monocouches (IfcWall). Les éléments multicouches sont des objets comprenant plusieurs couches, chacune correspondant à un matériau. Tandis que les éléments monocouches sont constitués d'un seul matériau. En plus de la classe IFC, tous ces éléments sont également spécifiés avec le 'Type prédéfini' « Predefined Type » par le traducteur BIMids*.

* <https://www.bimids.eu/lu-en/elements>

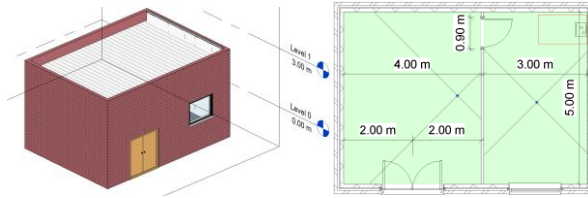


Fig. 1. Cas d'étude créée dans le logiciel Revit.

La géométrie est ensuite exportée vers les formats IFC4 et IFC 2x3 avec chaque combinaison de paramètres.

Les tests sont réalisés en deux itérations : la première se concentre sur l'exportation des propriétés des matériaux à partir de Revit et ArchiCAD, en étudiant les paramètres de conversion de chaque logiciel et d'exportation ; la deuxième itération implique l'importation des fichiers IFC exportés dans BIMData et IfcConvert, permettant d'analyser la fidélité et l'intégrité des données exportées.

Pour mieux comprendre les principales étapes de l'étude et la méthodologie de recherche, la figure 2 illustre le schéma conceptuel du cadre de l'étude.

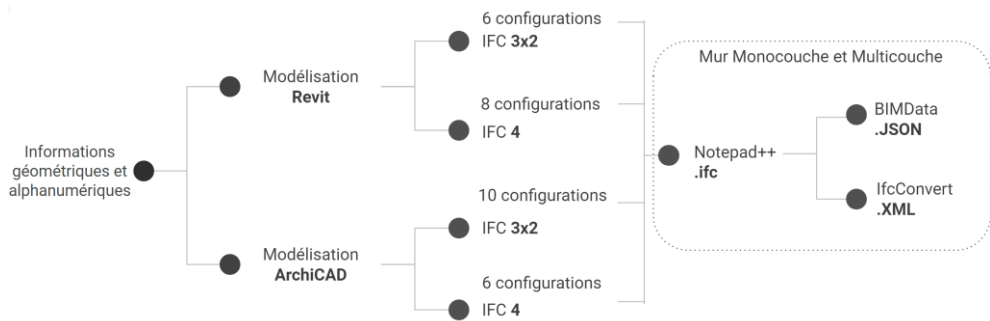


Fig. 2. Cadre d'étude conceptuelle du processus.

3.2 Logiciels et outils d'analyse sélectionnés

Le tableau suivant présente les outils utilisés pour l'analyse, fournissant une brève description de leurs fonctionnalités et de la manière dont elles sont utilisées pour évaluer les données exportées.

Table 1. 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	-			

3.3 Exportation IFC avec paramètre de configuration variable

Plusieurs exportations sont effectuées depuis Revit version 24.2.0 et d'ArchiCAD 26 vers l'IFC. Divers paramètres sont testés au cours du processus d'exportation pour évaluer leur impact sur l'export. Cette approche vise à capturer les variations potentielles des informations exportées et à analyser l'impact de la structuration de l'information pour leur conversion via des applications telles que BIMData et IfcConvert.

Les différents outputs possibles sont :

1. les informations présentes dans l'IFC
2. les informations présentes, mais difficilement 'reliable' au matériau et/à l'élément étudié.
3. les informations non présentes dans l'IFC.

Pour exporter la géométrie et les informations associées des deux outils vers IFC4 et IFC 2x3, nous avons utilisé les paramètres de configuration BIMids V1.4 comme référence, tout en variant certains paramètres pour réaliser l'analyse.

3.3.1 Choix des configurations des paramètres d'export IFC

Des tests d'export IFC depuis **Revit** sont réalisés pour savoir l'influence de chaque paramètre sur les informations et les caractéristiques des matériaux étudiés (une propriété native, une propriété custom, l'épaisseur du matériau). Voici les paramètres retenus pour Revit :

- Les paramètre de vue "Parts Visibility", avec trois options : "Show Original", "Show Parts", ou "Show Both"
- La conversion de données pour IFC2x3 et IFC4 comme préciser dans Table 2:

Table 2. Paramètres 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 "Additionnel Content": "Export only element visible in view" 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.

Pour **ArchiCAD**, quelques premiers tests d'export montrent qu'il existe deux types de paramètres ayant une influence sur l'export des caractéristiques des matériaux, les paramètres de la conversion de données et un paramètre de la conversion géométrique. Ce dernier donne la possibilité de décomposer des entités multicouches en différentes parties :

- Si ce paramètre n'est pas activé : l'élément multicouche est conservé en une entité IFC (IfcWall, IfcRoof, ...) composée de plusieurs couches.
- Si ce paramètre est activé : l'élément multicouche est décomposé en plusieurs parties; l'entité IFC (IfcWall, IfcRoof,...) est alors décomposée en sous-entités « IfcBuildingElementPart », correspondant chacune à une couche de matériau.

Ces premiers tests pour ArchiCAD montrent également que les paramètres de la conversion de données (alphanumérique) n'ont pas d'influence entre eux. Par contre, activer le paramètre de la conversion géométrique engendre différents résultats pour les éléments multicouches.

Pour réaliser l'étude, il est alors décidé de créer différentes combinaisons pour les conversions de données, et pour chacune d'entre elles tester avec les deux scénarios, en activant ou non le paramètre de conversion géométrique. Voici les paramètres pour la conversion géométrique et la conversion de données pour IFC2x3 et IFC4 précisés dans Table 3:

Table 3. Paramètres IFC dans ArchiCAD.

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

Les différentes configurations pour Revit et ArchiCAD sont reprises dans la section 5 Résultats. Vu l'influence du type de mur (multicouche ou monocouche) sur l'export des caractéristiques des matériaux, on teste chaque combinaison sur chacun de ces deux types pour les exports Revit et ArchiCAD.

3.4 L'analyse des données

3.4.1 Analyse de l'IFC dans Notepad++

Notepad++ est choisi pour analyser les fichiers IFC exportés. Cet outil facilite l'examen des fichiers et de leur structure de données, permettant d'explorer les relations entre les informations selon les paramètres d'exportation IFC depuis Revit ou ArchiCAD, offrant ainsi une compréhension approfondie des relations informationnelles.

3.4.2 API BIMData Analyse

Les résultats obtenus à partir des IFC exportés depuis Revit2024 et ArchiCAD 26 sont importés dans l'API de la plateforme BIMData v3.0.3, v1 (v1) afin de pouvoir extraire les propriétés des éléments via le service suivant :

https://api.bimdata.io/cloud/{id_cloud}/project/{id_project}/model/{id_model}/element/raw

À partir de BIMData, nous obtenons un fichier JSON contient les informations suivantes et structuré comme suit :
 units: [n], definitions: [n], property_sets: [n],
 classifications: [n], elements: [], layers: [], systems: [], materials: []

Nous avons développé une interface web spécifique pour faciliter la visualisation et la recherche de ses fichiers. Elle est disponible sur le site suivant qui est illustré dans Table 4.

<http://dev.lucid.uliege.be/letslink/bimdata/json/>

Table 4. Présentation de l'interface de visualisation des fichiers JSON produits par BIMData.

Analyse BIMData.io JSON file

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

elements

uuid	type	psets	classifications	layers	systems	attributes	material_list
38Fbbskt4g32 JjDMUwSyl	IfcBuildingElementPart	Array ()	Array ()	Array ([0] => Structure - Murs extérieurs (1))	Array ()	(3)	Array ([0] => stdClass Object ([id] => 33215646 [material] => Brick, common (0) [material_option] => [mat_dat_id] => 0))
1VkhwUnzL6 7fqBoZfvUU ZU	IfcWall	Array ([0] => AC_Pset_RenovationA ndPhasing (48) [1] => BaseQuantities (67) [2] => Pset_WallCommon (52))	Array ([0] => 3)	Array ([0] => Structure - Murs extérieurs (1))	Array ()	(4)	Array ([0] => stdClass Object ([id] => 33215646 [material] => Brick, common (0) [material_option] => [mat_dat_id] => 0))

3.4.3 IfcConvert

Les fichiers IFC générés depuis Revit2024 et ArchiCAD26 sont ensuite traités par IfcConvert via la commande suivante : ./IfcConvert ./{{INPUT_FILE}}.ifc ./{{OUTPUT_FILE}}.xml

Le résultat est un fichier XML structuré comme suit :

```
<ifc>
<header />
<units />
<connections />
<properties />
<quantities />
<work />
```

```

<calendars />
<types />
<layers />
<groups />
<materials />
<decomposition />
</ifc>

```

Selon le logiciel (Revit ou ArchiCAD) et la configuration de l'export IFC, les données ne se trouvent pas toujours au même endroit dans l'arborescence XML. Dès lors, pour chaque question étudiée, le chemin XML est précisé.

4 Exemple d'analyse

Nous testons 54 alternatives de IFC-ArchiCAD, et IFC-Revit. Ces fichiers IFC exportés avec différentes combinaisons ont ensuite été analysés et codés.

Un exemple de la configuration N°2 Revit24- IFC2x3 : Matériaux monocouches (un élément est composé d'une seule couche de matériaux). Les paramètres spécifiques à IFC-Revit sont les suivants :

Table 5. Paramètres de la configuration N°2 - Revit

Paramètre IFC : <i>Property Sets</i>	<i>Export base quantities</i> (les configurations de base de BIMids de Buildwise)
	<i>Export material property sets</i>
Paramètre de vue: <i>Parts Visibility</i>	<i>Show Original</i>

A. Analyse de l'IFC

Cette section représente un exemple de l'analyse de l'IFC configuration #2 avec les relations entre les informations sur les matériaux et les éléments sous forme schématique. La Fig. 3, indique que les caractéristiques recherchées sont présentes dans l'IFC. En revanche, celles en rouge signifient que ces informations ne concernent pas les matériaux. Dans cette figure, la valeur 0.0749 m de l'IFCQUANTITYLENGTH, positionnement N°4, représente l'épaisseur du mur et non pas la couche. Cela signifie, dans le cas d'une modélisation en monocouche, l'épaisseur du mur sera égale l'épaisseur du matériau. En Conclusion, dans cet exemple on retrouve le matériau (Fiberglass Batt), son épaisseur (0.74), les propriétés natives (pn=Test_Keynote), et les propriétés personnalisés (pc=Insulation),

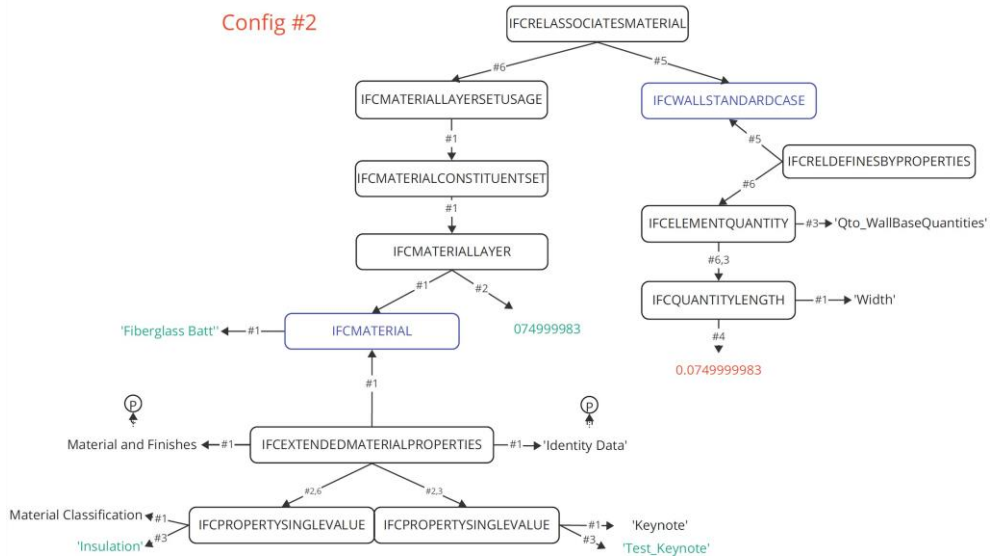


Fig. 3 Schéma illustratif de l'association entre les différents niveaux IFC2x3-Revit.

B. Analyse JSON BIMData

Comme décrit dans le paragraphe 3.4.2 API BIMData Analyse, nous utilisons l'interface Web développée spécifiquement pour faciliter la visualisation du fichier IFC, transformé en fichier JSON via BIMData et l'identification des informations liées aux matériaux et ses épaisseurs. Dans le cas de l'exemple choisi, nous vérifions l'export du matériau « Fiberglass Batt », son épaisseur, et ses liaisons à l'élément de la maquette.

```

elements[30]: {
  "uuid":
  "2XHздо_X581g065Q4eGKk6",
  "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": []
}

```

Nous vérifions aussi l'export des propriétés du matériau natives (pn) et personnalisées (pc) :

```

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)
  }], ...]
}]

```

C. Analyse IfcConvert

Comme décrit dans le paragraphe 3.4.3 IfcConvert, le fichier IFC de la configuration N°2 est traité par IfcConvert et converti en fichier XML. Dans le cas de l'exemple choisi, nous vérifions à nouveau l'export du matériau « Fiberglass Batt », son épaisseur, et ses liaisons à l'élément de la maquette.

Les matériaux et ses informations dans le fichier XML est structuré comme suit :

```

<decomposition>
<IfcWallStandardCase id="2XHzdo_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 5.40999999999999753 -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"
OffsetFromReferenceLine="0.03749999999999992">
      <IfcMaterialLayer Name="Fiberglass Batt"
LayerThickness="0.07499999999999983"/>
    </IfcMaterialLayerSetUsage>
  </materials>
</IfcWallStandardCase>

```

#4	decomposition > IfcWall > IfcMaterialLayerSetUsage materials > IfcMaterialLayerSetUsage > IfcMaterialLayer attr:Name
#6	decomposition > IfcWall > IfcMaterialLayerSetUsage materials > IfcMaterialLayerSetUsage > IfcMaterialLayer attr:LayerThickness

Nous vérifions aussi l'export des propriétés du matériau natives (pn) et personnalisées (pc) et nous trouvons que le Keynote ou Material Classification n'est pas présent dans le fichier, cependant l'épaisseur est bien présente (**LayerThickness="0.0749983"**)

5 Résultats

Cette partie présente une comparaison détaillée des données exportées depuis ArchiCAD26 et Revit 2024 aux formats IFC4 et IFC2x3.

Chaque tableau présente une comparaison entre l'analyse effectuée dans IFC, BIMData et IFCConvert, couvrant les noms des matériaux, les propriétés natives des matériaux, les propriétés personnalisées des matériaux et l'épaisseur du matériau.

Légende des tableaux

Config #1	Configurations d'export ifc N°1
1c	Une couche de matériau
1e	Un élément
multi	Élément multicouche
#3/4/5	L'emplacement de l'information

✓	OK : Informations présentes
△	Informations présentes, mais difficilement 'reliable' au matériau
✗	KO: Informations non présentes
	Non testé, car non présent à l'export IFC

5.1 Résultats pour Revit

Le Tableau 6 est un récapitulatif des combinaisons de paramètres d'export testées dans Revit24, suivant par les constats obtenus dans l'analyse.

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

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

Table 7. Synthèse de l'export Revit 2024 en IFC 2x3.

		Synthèse de l'export Revit 2024 en IFC 2x3											
		IFC				BIMData				IfcConvert			
		nom	prop. native	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

² Dans Revit, la classification d'un matériau est dans les propriétés (Keynote/Class).

Table 8. Synthèse de l'export Revit 2024 en IFC 4.

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

*Existe, mais pas lié, *²Lié, mais c'est l'épaisseur du mur monocouche, *³Pas de nom dans IFCWALL et l'ID est l'ID Revit du parti 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

5.2 Résultats pour ArchiCAD

Table 9. Récapitulatif des combinaisons testées montrant les paramètres activés dans le traducteur d'ArchiCAD.

<i>conversion</i> <i>Paramètre</i> <i>de conversion des données</i>	<i>Paramètres de</i> <i>géométrie</i>	IFC4		IFC2x3
		/	Diviser en parties les éléments de construction complexes	Décomposer seulement si nécessaire pour préserver les matériaux
Quantité de base IFC		Config #1	Config #6	Config #1
Propriétés des éléments		Config #2	Config #7	Config #2
Propriétés et classifications des matériaux		Config #3	Config #8	Config #3
Paramètres des éléments		Config #4	Config #9	Config #4
Paramètres des composants		Config #5	Config #10	Config #5

Table 10. Synthèse de l'export ArchiCAD en IFC 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				✓#1
	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.

Table 11. Synthèse de l'export ArchiCAD en IFC 2x3.

		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			△#5
	multi	✓	X	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

6 Discussion

Commentons les enseignements tirés de l'analyse de l'IFC, BIMData et IFCCovert, en mettant en évidence les défis spécifiques rencontrés et les solutions conçues.

6.1 Résultats pour IFC2x3 et IFC4 de Revit2024

Les meilleurs résultats obtenus lors de l'activation de certains paramètres de configuration d'export 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.

6.2 Résultats pour IFC2x3 et IFC4 d'ArchiCAD26

Les meilleurs résultats obtenus lors de l'activation de certains paramètres de configuration d'export 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 "Quantité 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 *Quantité 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'export 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.

Pour obtenir l'épaisseur et les propriétés natives et personnalisées des matériaux, il faut donc combiner les configurations IFC2x3 #3 et #5.

Les résultats de l'analyse fournissent aux utilisateurs de Revit et d'ArchiCAD des recommandations précises sur les configurations à choisir en fonction de leurs besoins spécifiques.

7 Conclusion

Dans cette conclusion, nous résumons les meilleures configurations comme suit :

Nous avons observé que, pour Revit, il est possible de consulter le nom des matériaux ainsi que leurs propriétés personnalisées et natives, en plus de leurs épaisseurs, dans le format IFC2x3 via BIMData. Cette fonctionnalité est accessible en utilisant soit la Configuration #2 soit la Configuration #6 et dans le cas de modéliser les éléments mur en monocouche ou multicouches. La configuration#2 est :

<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>

La configuration #6 est la même que la configuration#2 sans choisir le paramètre *Export material property sets*

Nous avons constaté que, pour ArchiCAD, il est possible de consulter le nom des matériaux ainsi que leurs propriétés personnalisées et natives, en plus de leurs épaisseurs, dans le format IFC2x3 via IfcConvert. Cette fonctionnalité est accessible en utilisant la Configuration#3 et la Configuration #5, mettant la classification des matériaux dans une propriété personnalisée. Cela dans le cas de modéliser les éléments mur en monocouche ou multicouches.

La configuration compile la configuration #3 avec la configuration #5 est :

Dans l'onglet « Conversion géométrique pour export IFC »

- ➔ Choisir « Décomposer seulement si nécessaire pour préserver les matériaux » pour le « Mode préservation de matériaux (IFC2x3 seulement) »

Dans l'onglet "Conversion des données pour export IFC":

- Activer "Propriétés et classifications des matériaux"
- Désactiver "Quantité de base IFC"
 - Activer "Paramètres des composants"
 - Désactiver "Quantités de base"

Cette étude révèle les meilleures configurations de paramètres d'exportation à utiliser pour consulter les informations liées aux matériaux dans les fichiers IFC exportés à partir de Revit et d'ArchiCAD (Fig. 4). Elle identifie également l'outil le plus compatible avec ces fichiers

IFC, entre BIMData et IfcConvert, ce qui facilite la lecture des informations et l'assistance dans les projets BIM.

L'analyse des fichiers IFC exportés dans BIMData et IfcConvert a mis en évidence l'importance de choisir des outils tiers adaptés pour garantir l'intégrité des données exportées.

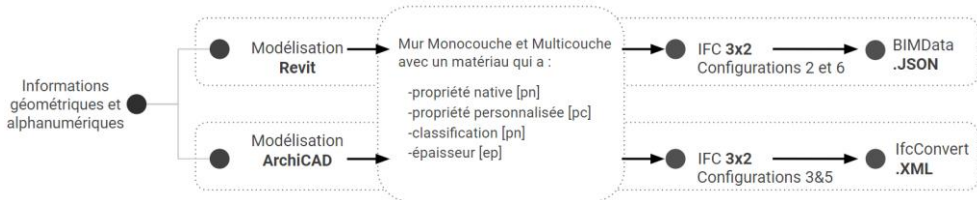


Fig. 4. Les outils les plus compatibles ensemble pour exporter les informations des matériaux.

En conclusion, cette recherche souligne la nécessité de comprendre finement les paramètres de configuration d'exportation dans les logiciels BIM et d'utiliser des outils de conversion fiables. L'étude identifie aussi l'outil le plus pertinent, entre BIMData et IfcConvert, pour traiter les données IFC en fonction du logiciel BIM utilisé, que ce soit Revit ou ArchiCAD.

Remerciement

Ce projet est financé par le Service Public de Wallonie, Pôle Greenwin, Appel 32. Il se développe en partenariat avec ULiège, Buildwise et la société coordinatrice Cooperlink.

Références

1. M. F. Muller, A. Garbers, F. Esmanioto, N. Huber, E. R. Loures, and O. C. Junior, *Journal of Civil Engineering and Management* **23**, 943 (2017).
2. I. J. Ramaji, J. I. Messner, and E. Mostavi, *Journal of Computing in Civil Engineering* **34**, 04020005 (2020).
3. F. Noardo, K. Arroyo Otori, T. Krijnen, and J. Stoter, *Applied Sciences* **11**, 2232 (2021).