



Modélisation des INformations INteropérables  
pour les INfrastructures Durables

# GTI.3 - IFC Road

## Exploitation de dictionnaires de données pour les projets routiers

### Auteurs/Organismes

Bastien AVRIL (Geomedia)  
Christophe BLANCHET (Egis)  
Hakima BOUKHELIFA (Vinci Autoroutes)  
Christophe CASTAING (MINnD)  
Nolwenn LANCIEN (Arkance Systems)  
Gaëlle LE BARS (Egis)  
Denis LE ROUX (Setec)

Paul LOGE (Setec)  
Pascal ROBIN (Colas)  
Charles-Édouard TOLMER (Eurovia)  
Jérôme TOMÉ (Setec)  
Guillaume TIGNON (Colas)  
Layella ZIYANI (ESTP Paris)

### Relecteur/Organismes

Gaëlle LE BARS (Egis)

Thème de rattachement : Création des données

MINnDs2\_GTI.3\_ifc-road\_exploitation\_dictionnaires\_donnees\_projets\_routiers\_010\_2022

LC/22/MINNDS2/050B-111B-112B-113B-147-160-175-189 & LC/23/MINNDS2/198

Septembre 2022

Site internet : [www.minnd.fr](http://www.minnd.fr)

Président : François ROBIDA Chefs de Projet : Pierre BENNING / Vincent KELLER

Gestion administrative et financière : IREX ([www.irex.asso.fr](http://www.irex.asso.fr)), 9 rue de Berri 75008 PARIS, [contact@irex.asso.fr](mailto:contact@irex.asso.fr)

## SOMMAIRE

<b>I. ÉLÉMENTS INTRODUCTIFS</b> .....	<b>4</b>
1.1 Organisation des livrables .....	4
1.2 Précisions sémantiques / Glossaire.....	4
1.3 Le contexte général .....	5
1.4 Problématique traitée par le groupe de travail.....	6
1.5 Que voulons-nous tester ? .....	6
<b>2. L'EXPÉRIMENTATION</b> .....	<b>10</b>
2.1 Les dictionnaires de données (DD) .....	10
2.2 Objectifs.....	10
2.3 État de l'art de l'utilisation du bSDD .....	11
2.4 L'expérimentation .....	12
<b>3. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS</b> .....	<b>16</b>
3.1 Résultats .....	16
3.2 Interprétation des résultats .....	17
<b>4. CONCLUSION</b> .....	<b>18</b>
<b>5. RÉFÉRENCES</b> .....	<b>19</b>

## Résumé

Ce travail est dédié au développement de l'OpenBIM pour les infrastructures. Le groupe de travail est composé d'un panel d'experts des domaines drainage et chaussée et d'éditeurs de logiciels, ayant une expertise allant de la conception à l'exploitation et à la maintenance.

Ces travaux sont un prolongement de la saison 1 de MINnD et nous avons commencé par reprendre la méthodologie et les livrables de la saison 1, notamment UC2-PavementLifeCycle. Afin de gérer les interfaces route/génie civil et d'homogénéiser les livrables au niveau de buildingSMART International (bSI), nous avons considéré les travaux en cours sur l'IFC pour les infrastructures.

Nous avons étudié les travaux IFC Road au sein de bSI pour proposer des résultats intégrables dans le cadre de la normalisation. Nous avons discuté du candidat IFC 4.3 Conceptual Data Models (CDM), notamment en ce qui concerne la gestion du dévers. Au sein du groupe, nous avons donc connaissance du modèle conceptuel de l'IFC.

Les sujets de chaussée et de drainage n'ont pas été traités en détail mais ces deux domaines représentent des éléments fondamentaux dans la conception, le design et l'entretien des infrastructures linéaires.

Sur la base des cas d'utilisation et des exigences d'échange d'informations, deux contextes de dictionnaires de données buildingSMART (bSDD) (drainage et chaussée) ont été développés. Tous deux contiennent les éléments essentiels pour la modélisation d'ouvrage d'assainissement et de chaussée, leurs définitions, ainsi que les propriétés associées. Ils contribuent à la qualité, à la cohérence et à la sémantique des données, structurées par le modèle conceptuel IFC.

La structuration des IFC est en cours de consolidation. Nous proposons une expérimentation pour tester leur robustesse en termes de conservation de la géométrie, des propriétés et de la sémantique (quel que soit l'outil openBIM utilisé) et vérifier le lien entre les formats bSDD et IFC.

En lien étroit avec bSI InfraRoom, ce groupe de travail IFC Road est impliqué dans l'intégration et la validation de bSDD dans le schéma IFC global. Cela nous pousse à produire quatre scénarii. Il comprend également la validation de la mise en œuvre par des tests unitaires.

Les perspectives seront de définir les lacunes potentielles afin de s'assurer que la structuration des IFC est cohérente avec les besoins opérationnels, grâce au collège de testeurs regroupés autour de l'expérimentation.

## Abstract

This work is dedicated to the development of OpenBIM for infrastructure. The working group is made up of domain expert panel (drainage and pavement) and software vendors, with expertise from design to operation and maintenance.

These works are an extension of MINnD season 1 and we started by taking over the methodology and deliverables from season 1, in particular UC2-PavementLifeCycle. In order to manage road/civil engineering works interference and to homogenise the deliverables at buildingSMART International (bSI) level, we considered the work in progress on the IFC for infrastructures.

We studied the IFC Road works within bSI to propose results that can be integrated in the framework of the standardization. We discussed on the IFC 4.3 Conceptual Data Models (CDM) candidate, particularly regarding the management of superelevation. Within the group, we have therefore knowledge of the conceptual model of IFC.

The pavement and drainage topics were not treated in detail. Both areas represent fundamental elements in the conception, design, and maintenance of linear infrastructures.

Based on the use cases and the requirements for information exchange, two buildingSMART Data Dictionaries (bSDD) contexts (drainage and pavement) were developed. Both contain the essential elements, their definitions, as well as the associated properties. They contribute to the quality, the consistency and the semantic of the data, structured by the IFC CDM. It was experienced from design tool to an IFC viewer, to validate technology and process.

The structuring of the IFCs is currently being consolidated. We propose an experimentation to test their robustness in terms of the conservation of geometry, properties and semantic (whatever the openBIM tool used) and check the link between the bSDD and IFC formats.

In strong connection with bSI InfraRoom, this IFC Road working group is involved in bSDD integration and validation in global IFC schema. This drives us to produce four storylines. It also includes validation of implementation through unit tests.

The perspectives will be to define the potential gaps revealed in information monitoring in order to assure that the structuring of IFCs is consistent with operational needs, thanks to the college of testers grouped around the experimentation of MINnD IFC Road.

#### Glossaire

Voir partie 1.2.

La partie 1 du livrable est commune (et donc identique) dans les 3 livrables de ce Groupe de Travail (GT1.3), cela afin de rendre chaque livrable autonome et d'en faciliter leur lecture

#### Mots clés principaux (Fra)

MINnD ; Recherche ; Construction ; Infrastructures ; BIM ; Maquette numérique ;

#### Mots clés spécifiques au livrable (Fra)

Route ; Chaussée ; bSDD ; dictionnaire de données ; Cas d'usage ; Usage BIM ; Domaine, Storyline ; Unit test ;

#### Main key words (Eng)

MINnD; Research; Construction; Infrastructure; BIM; Digital model;

#### Deliverable key words (Eng)

Road; Roadway; bsDD; data dictionary; Use case; BIM use; Domain; Storyline; Unit test

# I. ÉLÉMENTS INTRODUCTIFS

## I.1 Organisation des livrables

Ce groupe de travail GT 1.3 IFC Road a produit trois livrables principaux qui rassemblent ou évoquent l'ensemble des livrables intermédiaires produits sur la saison 2 de MINnD.

<b>Livable 1</b>	<b>Établissement de dictionnaires de données pour les projets routiers</b> : Méthodologie de travail, description des cas d'usage traités, contenu des dictionnaires de données.
<b>Livable 2</b>	<b>Exploitation des dictionnaires de données pour les projets routiers</b> : Description et conclusion de l'exploitation des dictionnaires de données et recommandations.
<b>Livable 3</b>	<b>Synthèse des livrables</b> : Éléments communs et rappel des analyses et conclusions des Livrables 1 et 2.

## I.2 Précisions sémantiques / Glossaire

bSDD (différent de DD, voir plus bas)	<p>Le buildingSMART Data Dictionary (bSDD) est une des solutions qui permet d'héberger des dictionnaires de données (DD) structurés selon un modèle interne proche de la norme ISO 12006-3 [1].</p> <p>D'autres solutions que bSDD sont possibles pour respecter la norme ISO 12006-3.</p>
Cas d'usage / Usage BIM : deux termes à ne pas confondre	<p>« Un <b>cas d'usage</b> est un processus décrivant une activité de management d'un projet (définir les installations de chantier, faire des métrés, établir les méthodes de construction, faire la synthèse des cheminements des réseaux et du gros œuvre, ...) » [2].</p> <p>« Un <b>usage BIM</b> est un processus élémentaire utilisant des technologies numériques (modélisation 3D, planification 4D, contrôles automatiques pour suivi de l'avancement, ...). C'est un processus réalisé par les contributeurs au processus BIM, sous le contrôle de l'équipe de BIM Management. Les usages BIM devront avoir pour objet de répondre aux objectifs BIM. Chaque objectif métier devra être nourri par autant d'usages BIM que nécessaire » [3].</p> <p>Exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cas d'usage = Définir les méthodes</li> <li>• Usage BIM correspondant = Planification 4D</li> </ul>
Dictionnaire de données (DD)	Référentiel centralisé d'informations relatives à des données, telles que la signification, les relations avec les autres données, l'origine, l'utilisation et le format (ISO 23 386 [4]).
Domaine (bSDD)	« Contains general information about the delivered data » [1]. Dans le bSDD, les dictionnaires ou classifications sont stockés sous le nom de domaine, chaque domaine comportant des classifications et des propriétés.
Storyline	Il n'existe pas de définition universelle ou normalisée. Notre pratique est la suivante : les storylines sont issues de processus métier identifiés dans notre GT. Une storyline comporte plusieurs cas d'usage.
Cas d'usage	Chaque <b>cas d'usage</b> répond à un objectif spécifique et il se focalise sur un bénéfice en particulier. Pour chaque phase du projet, les exigences d'information des différents acteurs sont décrites. Les cas d'usage définissent ainsi, qui fournit quelle information, à quel moment, dans quel format et avec quel niveau de détail, afin d'atteindre un certain résultat [5].

## Unit test

Et pour chaque cas d'usage, plusieurs **unit tests** peuvent être identifiés et décrits. Ces derniers servent de base aux tests de validation des logiciels souhaitant implémenter les IFC.

## 1.3 Le contexte général

### MINnD acteur pour la définition des dictionnaires de données

Comme indiqué dès le début (MINnD Saison 1), MINnD S2 « est un des artisans majeurs des initiatives internationales pour la définition des dictionnaires de données (classification et ontologies des composants des projets d'infrastructures) et le développement des IFC dans de nombreux domaines ».

### Éléments du programme de recherche

D'après le programme de recherche du projet MINnD Saison 2 : « Le BIM doit s'appuyer sur la classification et la normalisation des produits/objets des infrastructures ». Le GT 1.3 IFC Road s'inscrit pleinement dans cette démarche par la définition de DD qui complètent les IFC 4. Voici les éléments du programme de recherche sur lesquels nous avons construit notre méthodologie de travail.

#### Le GT 1.3 a établi des Dictionnaires de Données

Le GT 1.3 s'est focalisé principalement sur l'établissement des dictionnaires de données (DD) de quelques domaines métier (assainissement et plateforme) sur la base de la description de cas d'usages précis.

#### 3 étapes pour lever les verrous du programme de recherche

Pour lever les verrous évoqués dans le programme de recherche de MINnD S2, nous avons retenu les tâches suivantes :

1. Constituer des panels d'experts des domaines techniques pour détailler les processus, les exigences fonctionnelles et les décompositions d'objets.
2. Établir un langage commun à partir de livrables avec la communauté internationale.
3. Créer un réseau en France d'experts chercheurs sur les outils de modélisation.

#### Les réponses apportées

Le résultat de ces activités (dictionnaires de données et storylines) est décrit dans le livrable 1 : Établissement de dictionnaires de données ; l'expérimentation qui valide ce résultat dans le livrable 2 : Exploitation des dictionnaires de données.

Ainsi, nous répondons bien à une partie du programme de recherche qui liste dans sa démarche :

4. Identifier les échanges de données ainsi que les processus de ces échanges
5. Écrire le dictionnaire de propriétés et la librairie d'objets types.

### Faciliter l'ajout de sémantique aux IFC 4 par les Dictionnaires de Données

Le modèle IFC 4.3 a été récemment développé : celui-ci contient un modèle conceptuel de données et des objets qui permettent de représenter les spécificités des projets d'infrastructure (par exemple l'alignement et le dévers pour les chaussées). En revanche, le modèle conceptuel des IFC 4.3 ne transporte pas toute la sémantique ni toutes les propriétés dont nous avons besoin pour nos métiers dans les projets d'infrastructures. L'ambition est donc de travailler sur l'intégration de propriétés dans les outils métier au travers des objets manipulés.

Ces données du patrimoine de l'infrastructure sont universelles mais pas homogènes en termes de structuration, de classification et de codification. Les pratiques, outils et chartes divers orientent les informations portées par nos modèles. Développer des domaines (assainissement et plateforme dans notre cas) du bSDD permet de mettre à disposition une liste de propriétés avec liens hypertexte vers leur

documentation et d'homogénéiser ces propriétés sur le cycle de vie d'un ouvrage et dans les différents domaines (DD).

## I.4 Problématique traitée par le groupe de travail

### Tous les problèmes de l'OpenBIM ne sont pas traités ici

Notre groupe de travail n'avait pas l'ambition de résoudre tous ces problèmes qui sont à traiter pour arriver à un bSDD fonctionnel et maintenu dans le temps. Nous isolons donc une problématique plus précise décrite dans la suite de ce livrable.

### Comment conserver son environnement de travail

Comme évoqué plus haut, les IFC version 4.3 sont à compléter par des propriétés structurées dans des dictionnaires de données. De plus, la mise en relation de ces dictionnaires de données apporte une continuité dans les propriétés utilisées pour caractériser les objets du projet et permet également à chaque acteur de conserver ses spécificités culturelles : des propriétés identiques mais nommées différemment dans des contextes différents peuvent être liées au travers des dictionnaires de données de chaque acteur. L'environnement de travail de chacun (outils métier, bibliothèques d'objets, chartes d'études, etc.) est ainsi conservable.

### Établissement de dictionnaires de données pour les projets routiers

Nous avons donc travaillé à l'établissement de dictionnaires de données pour les projets routiers par les actions suivantes :

1. Définir le scope à traiter : un projet routier adressant bien trop de domaines métiers différents, nous avons précisé notre scope d'étude : type de projet, domaines, usages
2. Établir une méthodologie pour constituer les dictionnaires de données nécessaires pour décrire le scope défini au point 1 (sur la base d'une méthode établie dans la Saison 1 de MINnD, groupe IFC Tunnel notamment, et IFC Rail Saison 2)
3. Appliquer cette méthodologie pour produire les dictionnaires de données (assainissement et plateforme)
4. Exploiter sur des usages concrets les dictionnaires de données avec les outils métier et de visualisation d'IFC.

### Sans remettre en question le modèle IFC

Un dictionnaire de données (DD) a donc pour but de répondre à ce besoin en sémantique non satisfait par l'IFC 4.3. Ce DD doit permettre d'enrichir le modèle IFC. Cet enrichissement peut se faire de deux manières :

1. Affiner la classification / la sémantique des objets présente dans le modèle conceptuel (l'arborescence) IFC
2. Ajouter des propriétés, notamment spécifiques aux métiers, aux objets que n'existent pas dans le modèle conceptuel des IFC

Si on souhaite une base de données numérique implémentée au fil de l'eau durant toutes les phases d'une opération, il est nécessaire de mieux définir la sémantique de nos maquettes numériques sans remettre en question le schéma des IFC.

## I.5 Que voulons-nous tester ?

### Tester si l'utilisation de sémantique complémentaire aux IFC infra

Nous voulons tester si l'utilisation de sémantique complémentaire aux IFC infra (IFC 4.3) complète bien les manques des IFC et facilite l'interopérabilité, les échanges d'informations et donc un travail collaboratif basé sur des principes et outils (logiciels mais également méthodes de travail et de structuration de l'information comme les dictionnaires de données) de l'OpenBIM.

### Les entrants

De nombreux travaux existent sur le développement d'IFC pour les projets routiers. Nous avons considéré :

- Les travaux coréens en lien avec bSI spécifiquement sur les IFC Road [6]–[8],
- Les documents de travail et livrables de l'Expert Panel InfraRoom de buildingSMART International [9]–[11],
- Les livrables de MINnD S1 : UC2 Modélisation des informations des chaussées sur le cycle de vie [12],
- Les livrables IFC Tunnel/IFC Bridge (méthodologie par la définition des besoins/exigences) [13]–[16].

Nous avons également régulièrement intégré de nouveaux entrants dans notre travail, notamment les sortants du projet IFC Rail de MINnD S2 : méthodologie et description de storylines [17], [18]. Nos DD ont également été partagés avec le GT IFC Rail.

### Organisation du travail

Les tâches principales identifiées pour ce groupe de travail sont les suivantes :

1. Définir le scope de la réflexion, les domaines métier traités et les cas d'usage pour établir la liste des propriétés associées
2. Établir les cas d'usage prioritaires et en formaliser les processus collaboratifs et donc les besoins en information / sémantique / propriétés
3. Participer au montage du projet international des IFC infra et « alimenter » le panel d'experts internationaux (buildingSMART International et ISO)
4. Suivre les développements du modèle conceptuel IFC Road et les valider (voir Livrable 1)
5. Monter un programme d'implémentation et d'expérimentation avec les vendeurs de solutions/logiciels pour valider le contenu des bSDD ainsi que la pertinence de l'utilisation de cette sémantique complémentaire aux IFC Infra (voir Livrable 2).

### Détail des tâches pour chaque livrable

#### Travail préliminaire

**Les numéros font référence aux tâches listées dans la fiche action.**

1. S'approprier les livrables existants sur les IFC Road ainsi que ceux de la tranche 1 de MINnD (notamment UC2 : Cycle de vie des chaussées, étude détaillée notamment de la partie 2 sur les propriétés et la structuration des données : validation du contenu au regard des évolutions actuelles du BIM [12]) et du dictionnaire AIPCR par exemple [19].
2. Accompagner les membres du groupe pour la compréhension du fonctionnement et du contenu du DD et définition de la méthodologie de production des livrables pour introduction dans le bSDD.

**Contenu du livrable 1 :**  
« Établissement de dictionnaires de données pour les projets routiers »

3. Participer aux réunions et ateliers buildingSMART International (InfraRoom IFC Road), Récupérer les documents produits, notamment liste et contenu des cas d'usage et bSDD. Une analyse critique est à produire, notamment sur l'avancement des sujets Assainissement et Chaussée
  4. Participation aux actions pour la normalisation des IFC Infra (CEN, ISO)
  5. Construction d'un Data Dictionary sur les matériaux et terrassement (spécification du scope : typologie d'infrastructure, structure, mouvement des terres, géotechnique) avec la méthodologie dédiée (similaire UC8 MINnD (tranche 2-3) IFC Tunnel [16]) après décomposition en sous-systèmes et identification des cas d'usage/IDM et en repartant des éléments de l'UC 2 : différenciation entre éléments à considérer dans le bSDD ou dans le MCD. Cohérence entre description par les matériaux et par la géométrie et l'espace
  6. Construction d'un Data Dictionary Assainissement avec la méthodologie dédiée (similaire UC8 MINnD (tranche 2-3) IFC Tunnel [16]) après décomposition en sous-systèmes et identification des cas d'usage/IDM en repartant notamment des éléments de modélisation conceptuelle d'Egis. Cohérence entre description par systèmes et par la géométrie et l'espace
  7. Formaliser les spécifications (scope à définir) à porter au niveau de buildingSMART International (en anglais). Cas d'usage prioritaires pour l'établissement futur des MVD liés, en comparaison des usages BIM retenus dans l'InfraRoom buildingSMART International.
  6. Développer le contexte français du bSDD à partir des décompositions organiques, sortants des tâches ci-dessus. Articulation contexte français et participation au contexte international. Pilotage de la prestation de développement en collaboration avec les autres GT IFC Infra (Rail, Tunnel, Terrassement, Géotechnique, Ouvrages d'art).
  7. Réflexion pour la rédaction de DCE (spécifications BIM), bordereaux des prix et détail estimatif, quantitatifs (décompositions du projet), à partir du bSDD (taxonomie et classification).
  10. et 11 Mise en pratique des bSDD par expérimentation : définition, application et analyse.
  12. Présentation des résultats préliminaires à InfraBIM Open : article, présentation, vidéo de démonstration.
- Contenu du livrable 2 :**  
« Exploitation des dictionnaires de données »
- Contenu du livrable 3**
- Synthèse des livrables : éléments introductions et rappel des analyses et conclusions des deux autres livrables.

**Résultats scientifiques et techniques attendus**

Validation d'une démarche de définition du contenu d'un bSDD à partir des exigences techniques/besoins métier.

Structuration du dictionnaire de données (bSDD) et des processus associés (Cas d'usage/IDM).

Spécifications pour le modèle conceptuel de données des IFC infra.

Validation de la démarche d'utilisation des bSDD pour compléter la sémantique du modèle conceptuel des IFC infra.

**Gestion des interfaces avec les autres domaines IFC**

Des interfaces ont été identifiées entre domaines liées à la route et avec d'autres domaines des IFC Infra en développement au sein de MINnD et de bSI. On peut citer notamment :

- Plateforme / assainissement (interne GT IFC Road)
- Terrassement
- Ouvrages d'art
- Tunnel
- ACV
- Géotechnique

## 2. L'EXPÉRIMENTATION

### 2.1 Les dictionnaires de données (DD)

<b>Partir des dictionnaires de données</b>	<p>Deux dictionnaires de données ont été établis :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assainissement de surface</li> <li>• Plateforme</li> </ul>
<b>Le périmètre</b>	<p>Les deux dictionnaires de données couvrent une partie des domaines métier de plateforme routière :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En phase conception / réalisation.</li> <li>• Sur un tronçon d'autoroute neuf.</li> <li>• Uniquement les ouvrages linéaires.</li> </ul>
<b>Les usages</b>	<p>Ils répondent à deux cas d'usage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La modélisation.</li> <li>• Le métré.</li> </ul>
<b>Les étapes d'élaboration</b>	<p>Le processus d'élaboration est le suivant :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rédaction d'une note de cadrage pour la description de la démarche et du périmètre</li> <li>2. Inventaire des objets composant les systèmes étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>– Réseau de collecte des eaux de ruissellement de surface</li> <li>– Structure de chaussée au-dessus de la Plateforme supérieure de terrassement (PST)</li> </ul> </li> <li>3. Inventaire des informations nécessaires <ul style="list-style-type: none"> <li>– Au dimensionnement des structures de chaussées et assainissement,</li> <li>– À la modélisation des structures de chaussées et assainissement</li> </ul> </li> <li>4. Inventaire des informations nécessaires à la réalisation de quantitatifs,</li> <li>5. Établissement d'un processus d'échange (logigramme) pour chaque cas d'usage</li> <li>6. Structuration des données</li> <li>7. Établissement d'un modèle de données sous forme de data dictionary en spécifiant les métadonnées d'une propriété définies dans l'ISO 23 386 [4].</li> </ol>
<b>Les avantages</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. L'intérêt de ces DD publiés dans un bSDD est: <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'étendre la classification existante en se basant sur les classes IFC existantes. Par exemple, la classification ifcPipeSegment sera étendue aux ouvrages de collecte utilisés en France comme le caniveau à fente.</li> <li>• D'ajouter de nouvelles propriétés nationales au schéma IFC en vigueur.</li> </ul> </li> </ol>
<b>Le formalisme BuildingSMART</b>	<p>Les DD ont été conçus conformément à l'ISO 23 386 [4].</p> <p>Pour faciliter la gestion et l'utilisation des données, les DD ont été convertis au formalisme BuildingSMART pour la création d'un bSDD.</p> <p>Le bSDD est le noyau de l'expérimentation. Il nous permet d'accéder aux données spécifiques d'une infrastructure linéaire pour enrichir un modèle numérique.</p>

### 2.2 Objectifs

<b>Il s'agit...</b>	D'accéder au bSDD pour enrichir les propriétés des objets dans une maquette numérique
<b>Pour permettre...</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D'embarquer des données spécifiques au domaine routier sans remettre en cause le schéma actuel des IFC.</li> <li>• D'utiliser les IFC existants en les enrichissant avec les informations nécessaires à l'ensemble de la chaîne d'acteurs impliqués dans une opération (MOA, MOE, entreprises, éditeurs...).</li> </ul>

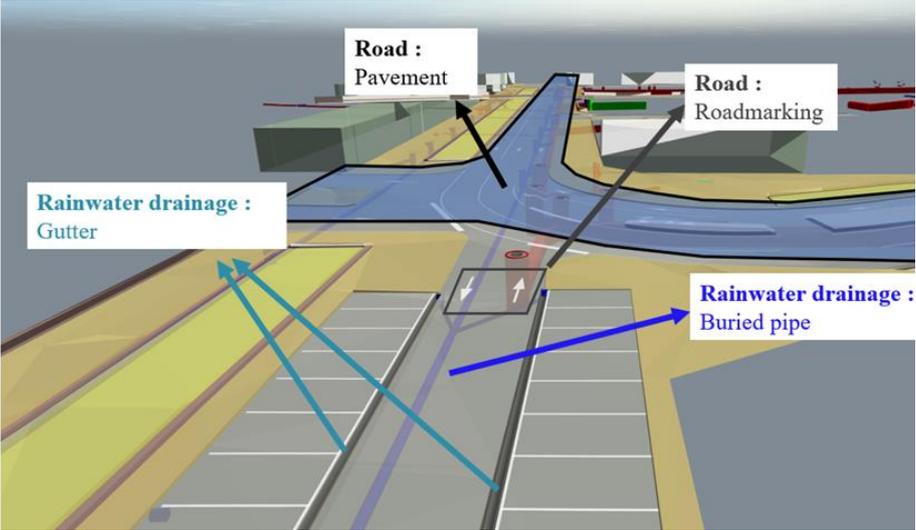
<b>Les tests</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enrichir un modèle numérique depuis un fichier natif</li> <li>• Enrichir l'IFC du modèle depuis une visionneuse IFC.</li> </ul>
<b>Maquette source des essais</b>	<p>Le projet du tramway de Marseille (fourni par EGIS) est l'opération choisie pour expérimenter le lien au bSDD.</p> 

Fig 1. Tramway de Marseille

## 2.3 État de l'art de l'utilisation du bSDD

<b>Dans les domaines</b>	<p>La création d'un dictionnaire de données a permis d'enrichir le modèle issu :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Du bâtiment (IFCBuilding)</li> <li>• Des ouvrages d'art (IFCBridge)</li> <li>• Du ferroviaire (IFCRail).</li> </ul>
<b>Pour exemple dans le cadre du PN MINnD...</b>	<p>Le dictionnaire de données "Bridge" créé contient tous les éléments composant la structure d'un pont.</p> <p>Avec le DD, un lien a été établi entre le dictionnaire et la classe IfcBridgePart.SUPERSTRUCTURE et il a ainsi été possible de relier les propriétés inhérentes à cette classe.</p>

<b>Autre exemple d'utilisation du bSDD à l'échelle du bâtiment...</b>	<p>De nombreuses classes sont recensées, dont IfcWall, qui contient un jeu de propriétés décrivant un mur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extérieur ou intérieur : "IsExternal".</li> <li>• Et porteur ou non : "LoadBearing"</li> </ul> <p>Ces propriétés sont définies par des valeurs booléennes ("True" et "False").</p> <p>Si l'utilisateur veut appliquer de manière automatique un code de classification de type "NL-SfB" (employée aux Pays-Bas), dont le code "Load bearing interior wall", il ne pourra pas le relier à l'IfcWall, bien qu'il soit équivalent.</p> <p>Au moyen du DD, il a été possible de connecter "Load bearing interior wall" avec "LoadBearing - True" et "IsExternal - False" pour décrire un mur intérieur porteur.</p>
---	--

## 2.4 L'expérimentation

Choix des logiciels	
<b>Pour la modélisation</b>	L'un des contributeurs du groupe de travail appartient au Groupe Géomensura. C'est pourquoi la modélisation est réalisée sur Mensura, sachant que cet éditeur est bien investi dans l'openBIM et particulièrement tourné vers le bSDD.
<b>Pour la visualisation de l'IFC</b>	Concernant le viewer, c'est 3D ACCA qui sert de lecteur d'IFC, fichier exporté depuis Mensura (voir vidéo Enriched-BSDD-ACCA 6.01.22).
<b>Visualisation du DD</b>	L'outil utilisé pour la visualisation du DD est Semantics4BIM développé par BuildingSMART France. C'est une application Web qui permet de visualiser le dictionnaire de données et ses relations (voir vidéo 2021-12-22 Semantics4BIM).

Enrichissement du modèle numérique depuis un fichier natif	
<b>Processus</b>	<p>Le processus implémenté comporte différentes étapes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modélisation depuis Mensura</li> <li>2. Ouverture dans Mensura US BIM.bSDD</li> <li>3. Ajout de propriétés sur des objets assainissement et chaussée</li> <li>4. Export en IFC 4.3.</li> </ol>

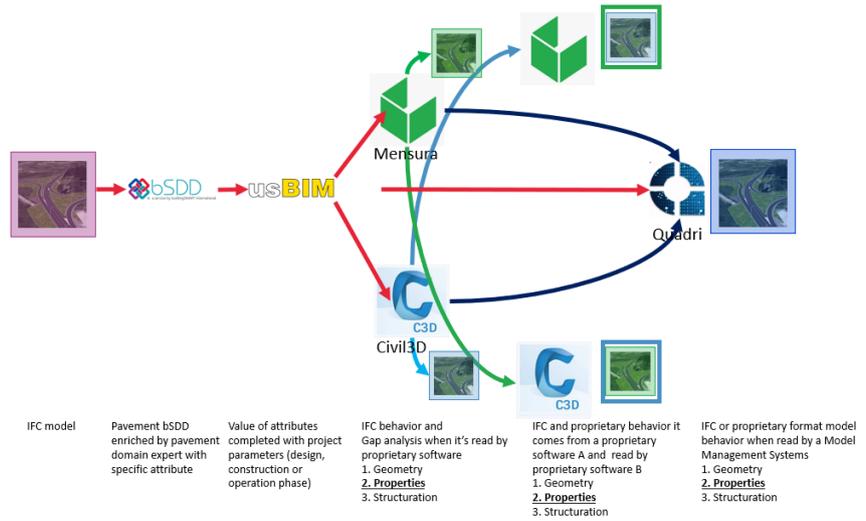


Fig 2. Processus d'enrichissement du modèle numérique

Modélisation dans Mensura

1. Le projet du tramway a été complètement remodelisé sur Mensura.

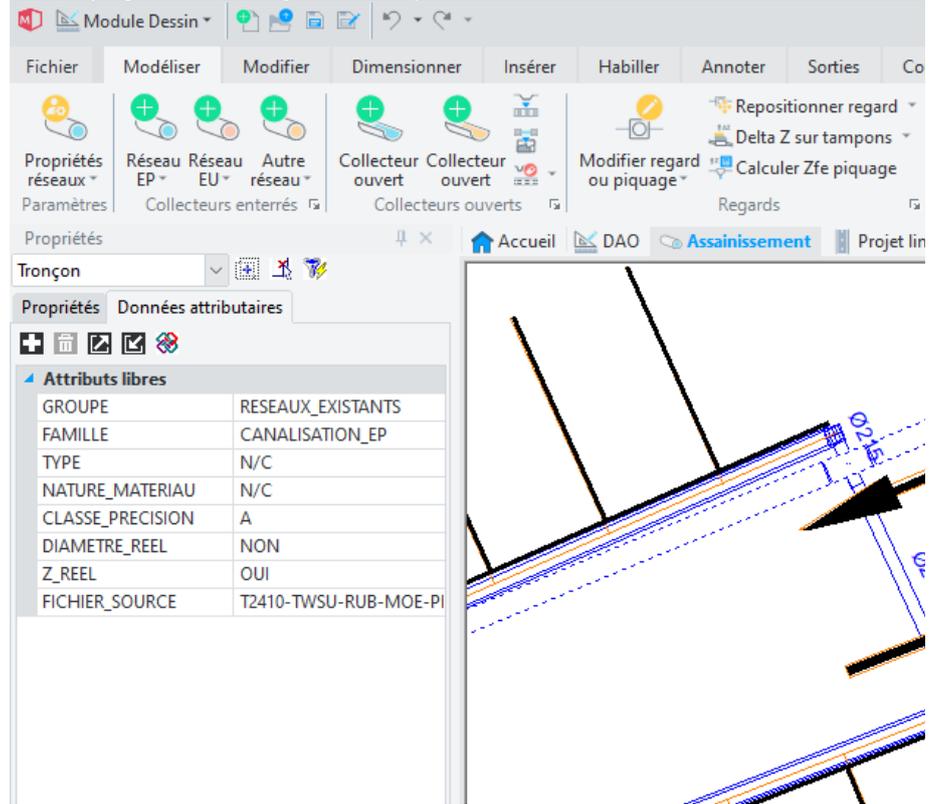
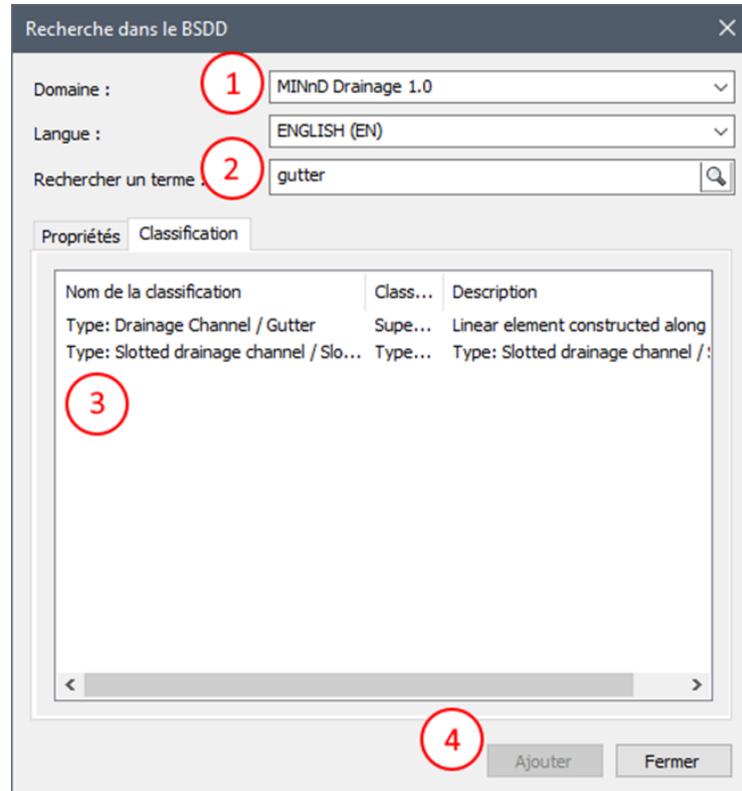


Fig 3. Capture d'écran Mensura – Liste des données attributaires

Ouverture du bSDD

2. Depuis Mensura, le bSDD a pu être ouvert. La recherche de propriétés pour enrichir un objet telle qu'une canalisation par exemple est atteinte par le domaine et le terme.

Une fois que la liste de propriétés proposée est sélectionnée, celles-ci sont ajoutées. Des champs de données apparaissent et peuvent être saisis par l'utilisateur.



3.

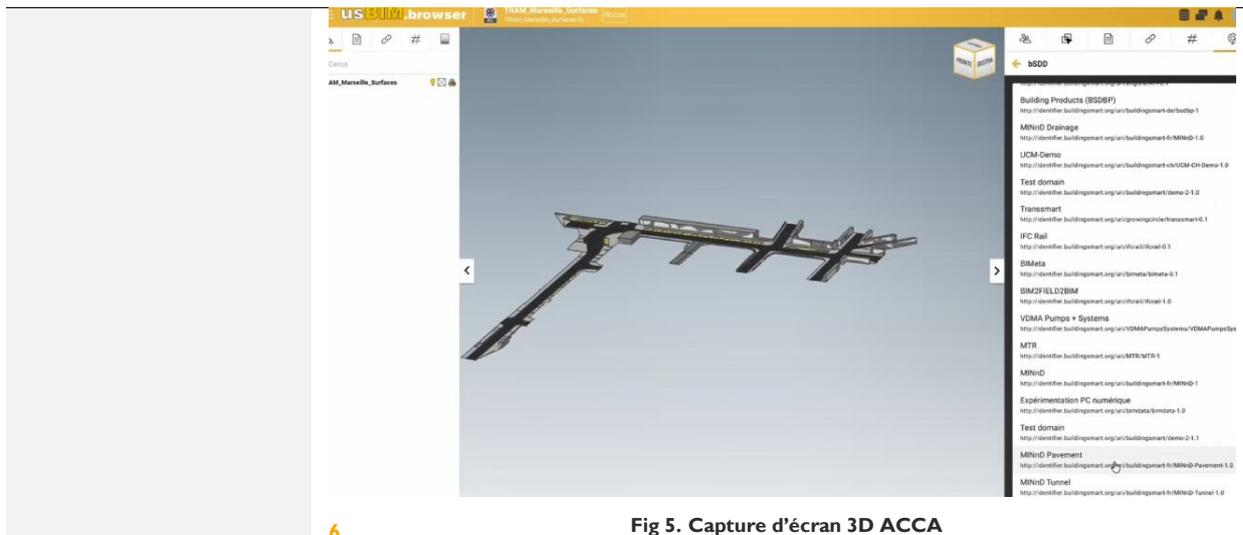
Fig 4. Recherche dans le bsDD

### Enrichissement de l'IFC du modèle depuis une visionneuse IFC

Ce deuxième essai permet d'assurer la stabilité du fichier IFC4.3 exporté depuis Mensura.

#### Processus

1. Lecture du fichier IFC4.3 issu du logiciel Mensura
2. Ouverture dans 3D ACCA US BIM.bSDD
3. Ajout des propriétés depuis le bSDD MINnD sur des objets Assainissement et chaussée
4. Enregistrement/export de l'IFC 4.3
5. Import de l'IFC dans le logiciel Mensura



6.

Fig 5. Capture d'écran 3D ACCA

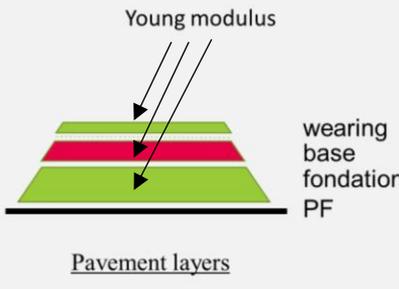
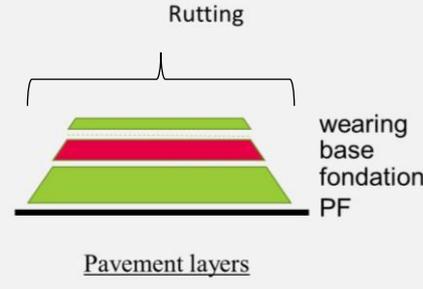
### Un travail didactique présenté au BIM World et à InfraBIM Open (IBO)

Ce travail a été présenté au BIM World afin d'en montrer l'avancement et l'utilité avec une vidéo didactique (voir Annexe IFC Route BIM World - N.LANCIEN Arkance-systems) ainsi qu'une vidéo de présentation d'enrichissement d'un IFC par le bsDD en annexe (DémO\_MINnD\_Ajout\_Propriétés\_BSDD\_final).

Il a également fait l'objet d'une présentation à IBO 2021 (voir Annexe IBO21-From the development of buildingSMART Data Dictionaries for IFC Roads to the exp V5).

## 3. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

### 3.1 Résultats

<b>L'accès au bSDD est réussi</b>	<p>Les résultats ci-dessous sont résumés dans un article pour la revue RGRA en août 2022 (voir Annexe Définition de dictionnaires pour les routes et expérimentation).</p>
<p><b>L'expérimentation a démontré l'importance du rôle de l'utilisateur</b></p>	<p>Compléter les attributs d'un objet dans une maquette numérique ne s'adresse pas aux mêmes acteurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans le premier essai, seul un utilisateur du logiciel de conception a intégré lui-même les propriétés du bSDD dans le modèle via le logiciel.</li> <li>• Dans le second cas, les propriétés ont été renseignées dans la visionneuse IFC.</li> </ul> <p>Tout acteur peut donc compléter un modèle.</p>
<p><b>Il est possible d'attribuer une propriété à un objet spécifique à partir du bSDD</b></p>	<p>Dans le cas d'une chaussée, un paramètre (cf. Fig. 6) peut être associé à plusieurs couches à la fois, mais en affectant une valeur numérique différente, suivant le type de matériau utilisé.</p> <p>Pour un groupe d'objets (cf. Fig 7), une seule propriété peut être affectée, même si elle ne concerne en réalité qu'une des couches.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="523 972 938 1279">  <p>Young modulus</p> <p>wearing base fondation PF</p> <p>Pavement layers</p> </div> <div data-bbox="1002 972 1441 1279">  <p>Rutting</p> <p>wearing base fondation PF</p> <p>Pavement layers</p> </div> </div> <p><b>Fig 6. Attribution du paramètre « module d'Young » à chaque couche.</b></p> <p><b>Fig 7. Attribution du paramètre « orniérage » à un groupe d'objets.</b></p>
<p><b>Points de vigilance</b></p> <p><b>Un enrichissement de données chronophage</b></p> <p><b>Un risque d'erreurs de saisie</b></p>	<p>Dans l'état actuel de l'implémentation du bSDD chez les éditeurs, la complétion de ces propriétés est manuelle, propriété par propriété.</p> <p>Le risque peut survenir lorsque des propriétés ou des objets sont intégrés manuellement un à un. Il serait donc intéressant à l'avenir d'automatiser ce processus d'intégration.</p> <p>Au-delà de l'automatisation du processus de renseignement de l'information, la définition d'un standard d'échanges sur les informations attendues serait un réel atout dans le traitement des informations.</p> <p>Avec un tel standard, toutes les parties impliquées dans le processus BIM seraient en mesure de spécifier les attendus, de compléter les informations sans risque d'erreur de sémantique / propriété du dictionnaire et de contrôler les informations contenues dans un modèle.</p>

## 3.2 Interprétation des résultats

Avantage du bSDD pour une opération d'infrastructure	
<b>La centralisation des données</b>	Toutes les propriétés, les valeurs et les unités sont réunies dans un seul et même support.
<b>L'harmonisation de la sémantique</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sans dictionnaire de données, l'intégration des propriétés pourrait également se faire manuellement. Cependant, le bSDD permet de proposer un vocabulaire :           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adapté pour l'ensemble des experts métier,</li> <li>• Partagé et consensuel pour tous acteurs d'une opération,</li> <li>• Standardisé pour que la désignation d'un objet pour un acteur A soit la même pour un acteur B.</li> </ul> </li> </ol>
<b>La personnalisation des IFC</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Bien que les IFC soient déjà composés d'un nombre important de classes d'objets, le dictionnaire établi par le groupe de travail contient des spécificités relatives à des objets présents en France et pas forcément ailleurs (ex. : caniveau à fentes).</li> </ol>
<b>La mise à jour de données</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Il est envisageable d'ajouter des propriétés au début de la conception de la maquette, mais également à une date ultérieure.</li> </ol>
<b>Des outils à disposition</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Il n'y a pas d'obstacle technique à enrichir une maquette car il est possible d'avoir recours à une API.</li> <li>5. Celle-ci permet, à partir d'un logiciel donné, d'accéder au bSDD, ce qui évite de créer une nouvelle application pour intégrer la sémantique manquante des IFC.</li> <li>6. Ce sujet a fait l'objet du Hackathon de 2021, organisé par BuildingSMART France en présence de développeurs BIM.</li> </ol>

## 4. CONCLUSION

### Vers une standardisation des livrables BIM

Les logiciels métiers classiques sont adaptés à la conception et au contrôle (vis-à-vis des normes, de la sécurité et autres aspects). Les éditeurs ont également adapté les exports pour fournir des modèles 3D qui embarquent de la propriété.

Le besoin de disposer d'une liste de propriétés qui puissent être attachées à des objets métiers pour répondre aux divers cas d'usage des acteurs d'une opération est prégnant. Une standardisation des livrables BIM est attendue par les professionnels de l'infrastructure.

Nous avons démontré qu'il est désormais possible de proposer une solution qui puisse répondre à cette attente à condition de fournir des dictionnaires de données métiers exhaustifs. Il faudrait poursuivre le travail afin d'industrialiser le processus d'intégration des données du bSDD dans les modèles.

### Vers une démarche exhaustive ?

Il faut poursuivre le travail dans la définition des cas d'usage d'infrastructures routières sur toutes les phases d'un projet (élargissement, tracé neuf, urbain, auto-route, échangeur, surfaces (parking et aires)...).

### Vers quelle gouvernance des données ?

Ce travail doit être contrôlé et validé par les instances de la profession pour garantir sa légitimité, condition nécessaire pour la prise en compte et l'utilisation du dictionnaire de données.

Il conviendrait de mettre en place une gouvernance conformément notamment à la norme ISO 23 386 afin de garantir la mise à jour et la cohérence du contenu a minima du ou des bSDD de MINnD.

## 5. RÉFÉRENCES

### Liste des références

- [1] ISO 12006-3, « Construction immobilière - Organisation de l'information des travaux de construction - Partie 3 : Schéma pour l'information basée sur l'objet », International Organization for Standardization, 2022.
- [2] P. Benning, V. Cousin, S. Guilloteau, et M. Rives, « Guide d'application du BIM Infra », MINnD\_TH01\_UC00\_02\_Guide\_Application\_BIM\_Infra\_025\_2019 - Livrable du PN MINnD Saison 1 - Thème 1 : Mise en perspective des pratiques, mars 2019.
- [3] buildingSMART France - Mediaconstruct - MINnD, « Comment rédiger une convention BIM ? », Guide, version 2, 2018.
- [4] ISO 23386, « Modélisation des informations de la construction et autres processus numériques utilisés en construction — Méthodologie de description, de création et de gestion des propriétés dans les dictionnaires de données interconnectés », International Organization for Standardization, 2020.
- [5] buildingSMART International, « Use Case Management », 2022. <https://ucm.buildingsmart.org/> (consulté le 25 juillet 2022).
- [6] KICT, « Infra BIM Schema Specification », version 0.5, 2014.
- [7] H. Moon, « Development of IfcRoad in KICT », oct. 2014.
- [8] H. Moon, « IFC-ROAD Project Plan », buildingSMART International InfraRoom, Barcelone, avr. 2017.
- [9] C. Castaing *et al.*, « IFC - Bridge Fast Track Project - Report WP1 : Requirement analysis », Draft, buildingSMART InfraRoom, avr. 2018.
- [10] C. Erismann et J. Plume, « IFC4.3 Implementation and Validation Report - Executive Summary », Draft, version 0.5, buildingSMART International, juill. 2021.
- [11] M. Rives *et al.*, « IFC-Tunnel Project - Report WP2 : Requirements analysis report (RAR) », Draft, version 1.0, buildingSMART InfraRoom, juill. 2020.
- [12] Z. Hajar *et al.*, « Modélisation des informations des chaussées sur le cycle de vie », MINnD\_TH03\_UC02\_01\_Modelisation\_informations\_chaussées\_cycle\_vie\_008\_2015 - Livrable du PN MINnD Saison 1 - Thème 3 : Structuration des données - UC2 : Cycle de vie des chaussées, déc. 2015.
- [13] P. Benning *et al.*, « Livrable UC3 - IFC Bridge », R/15/MINND/002 - Livrable du PN MINnD Saison 1 - Thème 3 : Structuration des données - UC3 : IFC Bridge, déc. 2015.
- [14] M. Rives *et al.*, « Infrastructures souterraines - Spécification pour l'extension des IFC4 », MINnD\_UC08\_02\_Infrastructures\_souterraines\_Extension\_IFC4\_027B\_2019 - Livrable du PN MINnD Saison 1 - Thème 3 : Structuration des données - UC8 : IFC Infrastructures souterraines, déc. 2018.
- [15] M. Rives et C. Dumoulin, « Etude IFC-IST - Descriptif technique et scientifique », R/17/MINND/016 - Livrable du PN MINnD Saison 1 - Thème 3 : Structuration des données - UC8 : IFC Infrastructures souterraines, juill. 2017.
- [16] O. Cité, V. Cousin, N. Dias, M. Rives, F. Robert, et B. Thidet, « IFC Tunnel - Spécifications pour extension des IFC4.3 », Livrable du PN MINnD Saison 2 - Thème S2.1 : Structuration des données - GT1.4 : IFC Tunnel, juill. 2021.

- [17] buildingSMART International, MINnD, SNCF Réseau, « La feuille de route pour l'implémentation des IFC4.3 - Table ronde avec des éditeurs de logiciels », BIM World, Paris, oct. 2020.
- [18] V. Keller, « [MINnD4Rail] Storyline Urban Railway - Présentation résultat des tests », 3 novembre 2021.
- [19] Association mondiale de la route (AIPCR), « Dictionnaire routier », 2016. <https://www.piarc.org/fr/activites/Dictionnaire-Routier-Terminologie-Transport-Routier> (consulté le 25 juillet 2022).