



Modélisation des INformations INteropérables
pour les INfrastructures Durables

GT1.3 - IFC Road

Établissement 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)
Gaëlle LE BARS (Egis)
Denis LE ROUX (Setec)

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

Relecteur/Organisme

Gaëlle LE BARS (Egis)

Thème de rattachement : Création des données

MINnDs2_GT1.3_ifc-road_etablissement_dictionnaires_donnees_projets_routiers_009_2022

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

Septembre 2022

Site internet : www.minnd.fr

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

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

Sommaire

I.	ÉLÉMENTS INTRODUCTIFS.....	5
1.1	Organisation des livrables	5
	Livrable I : « Établissement de dictionnaires de données ».....	5
1.2	Précisions sémantiques / Glossaire.....	5
1.3	Le contexte général	6
1.4	Problématique traitée par le groupe de travail.....	7
1.5	Que voulons-nous tester ?	8
2.	DÉMARCHE DE DÉFINITION DU CONTENU DES DATA DICTIONARY.....	11
2.1	Préambule	11
	Objet du livrable	11
	Intérêt des Data Dictionary (DD)	11
	Organisation.....	11
	Intérêt des cas d'usage.....	11
	Étapes.....	11
2.2	Lien avec une démarche d'ingénierie système évoquée dans d'autres livrables de MINnD S1 et S2	12
	Différentes approches.....	12
	Pour plus de détails	12
2.3	Définition des cas d'usage et scope	12
	Sous-groupe plateforme – Cas d'usage « Design to design ».....	12
	Sous-groupe plateforme – Cas d'usage « Initial state modeling ».....	13
	Sous-groupe assainissement – Cas d'usage « Design to design »	15
	Sous-groupe assainissement – Cas d'usage « Quantity takeoff »	18
2.4	Description des processus collaboratifs en BPMN et identification des échanges d'information.....	19
	Pour plus d'informations	19
2.5	Remplissage du DD du sous-groupe avec les propriétés nécessaires à ces échanges d'information.....	20
	Des flux d'échange au dictionnaire de données.....	20
	Un travail présenté à buildingSMART International, Infrastructure Room et BIM World	20
3.	ANALYSE	22
3.1	Difficultés rencontrées	22
	Compréhension du modèle conceptuel	22
	Choix des contributeurs non anodin.....	22
	Méthode de création non harmonisée.....	22
3.2	Analyse critique du modèle conceptuel de données des IFC Road	22
	Nécessité de coordination.....	22
3.3	Analyse de la méthode de conception d'un DD	22
	Traduction des propriétés.....	22
	Description des propriétés.....	22
	Organisation humaine et outils	22
	Temps consacré à la méthode.....	22

3.4	Analyse de l'utilité des DD et limites	23
	Utilité	23
	Limites	23
4.	CONCLUSIONS	24
	Démarche.....	24
	Perspectives	24
5.	RÉFÉRENCES	25
	Liste des références.....	25

**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 ; Do-
maine, 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

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 trois (3) livrables de ce Groupe de Travail (GT1.3), cela afin de rendre chaque livrable autonome et d'en faciliter leur lecture.

I. ÉLÉMENTS INTRODUCTIFS

I.1 Organisation des livrables

Le 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.

Livable 1	Établissement de dictionnaires de données pour les projets routiers : Méthodologie de travail, description des cas d'usage traités, contenu des dictionnaires de données.
Livable 2	Exploitation des dictionnaires de données pour les projets routiers : Description et conclusion de l'exploitation des dictionnaires de données et recommandations.
Livable 3	Synthèse des livrables : 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)	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]. D'autres solutions que bSDD sont possibles pour respecter la norme ISO 12006-3.
Cas d'usage / Usage BIM : deux termes à ne pas confondre	« Un cas d'usage 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]. « Un usage BIM 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]. Exemple : <ul style="list-style-type: none"> • Cas d'usage = Définir les méthodes • Usage BIM correspondant = Planification 4D
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 cas d'usage 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

Unit test	<p>information, à quel moment, dans quel format et avec quel niveau de détail, afin d'atteindre un certain résultat [5].</p> <p>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.</p>
-----------	--

I.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 Dictionnaires de Données (notés 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 (c'est-à-dire la chaussée, les accotements et le terre-plein central ; le talus est traité dans l'IFC Terrassement ; cf. 2.3) sur la base de la description de cas d'usages précis.
3 étapes pour lever les verrous du programme de recherche	<p>Pour lever les verrous évoqués dans le programme de recherche de MINnD S2, les tâches suivantes ont été retenues :</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 en lien avec la communauté internationale. 3. Créer un réseau en France d'experts chercheurs sur les outils de modélisation.
Les réponses apportées	<p>Le résultat de ces activités (dictionnaires de données et storylines) est décrit dans le livrable 1 : Établissement de dictionnaires de données.</p> <p>L'expérimentation qui valide ce résultat est quant à elle décrite dans le livrable 2 : Exploitation des dictionnaires de données.</p> <p>Ainsi, nous répondons bien à une partie du programme de recherche qui liste dans sa démarche :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifier les échanges de données ainsi que les processus de ces échanges • 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 les 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 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

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

Contenu du livrable 2 :
« Exploitation des dictionnaires de données »

Contenu du livrable 3

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.
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. Participer aux actions pour la normalisation des IFC Infra (CEN, ISO)
5. Construire 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. S'assurer de la cohérence entre description par les matériaux et par la géométrie et l'espace
6. Construire 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. S'assurer de la 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.
8. 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).
9. Mener une 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. Mettre en pratique des bSDD par expérimentation : définition, application et analyse.
12. Présenter des résultats préliminaires à InfraBIM Open : article, présentation, vidéo de démonstration.

Synthèse des livrables : éléments d'introduction 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. DÉMARCHE DE DÉFINITION DU CONTENU DES DATA DICTIONARY

2.1 Préambule

<p>Objet du livrable</p>	<p>Ce livrable est spécifique à l'établissement de dictionnaires de données (DD). Il décrit la méthodologie suivie pour établir le contenu de nos DD. Cette démarche est basée sur les livrables de la Saison 1 de MINnD pour l'établissement du DD Tunnel [14], [15], [20]. Ce livrable 1 fait également référence à l'analyse critique de ce groupe de travail à l'égard du modèle conceptuel des IFC 4.1 à l'époque en cours de définition par buildingSMART International (bSI) et notamment des classes d'objet liées à l'alignement et à la gestion des dévers.</p>
<p>Intérêt des Data Dictionary (DD)</p>	<p>La démarche du projet MINnD est à la fois de contribuer à un modèle conceptuel de données commun au niveau international (IFC 4 Infra) et d'autoriser dans ce cadre les spécificités nationales ou locales des pays et entreprises (cf. Fig 1). Ainsi, un DD est lié aux classes IFC afin de spécifier une nouvelle classification et des propriétés métiers, conforme à l'ISO 23386 [4] sur les propriétés pour faciliter la gestion et l'utilisation de cette classification.</p>
<p>Organisation</p>	<p>Le groupe s'est divisé en deux sous-groupes de travail :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assainissement longitudinal, • Plateforme. <p>Chaque sous-groupe a identifié des cas d'usage courants. Les notes de cadrage des cas d'usage traités par ces deux sous-groupes précisent le scope considéré [21]–[24].</p>
<p>Intérêt des cas d'usage</p>	<p>Ces cas d'usage décrivent les processus de travail et donc de collaboration et d'échange d'information lors d'un projet (process map ou BPMN) [25]–[28]. Ces besoins en information permettent finalement d'identifier les propriétés des objets à échanger et donc de construire les DD pour chaque cas d'usage et chaque sous-groupe. Pour avoir des DD exhaustifs, il conviendrait de considérer de cette manière tous les cas d'usage possibles. Le travail réalisé par ce GT n'est donc pas exhaustif mais constitue une base solide pour une première version de DD pour l'assainissement longitudinal d'un projet linéaire et les couches de chaussée.</p>
<p>Étapes</p>	<p>Les étapes de notre méthodologie sont :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Définir les cas d'usage et leur scope, 2. Décrire les processus collaboratifs en BPMN, 3. Identifier les échanges d'information, 4. Remplir le DD du sous-groupe avec les propriétés nécessaires à ces échanges d'information. <p>Nota : ce travail suit la méthodologie préconisée par bSI [29] pour la définition de standards pour le BIM ainsi que l'approche par les usages relevée dans la norme</p>



Fig 1. Classes IFC 4.3 adaptées au contexte de chaque pays

sur le niveau du besoin d'information NF EN 17412 [30] (en cours de passage à l'ISO sous le numéro 7817).

2.2 Lien avec une démarche d'ingénierie système évoquée dans d'autres livrables de MINnD S1 et S2

Différentes approches	<p>Différentes approches (points de vue posés sur le projet d'infrastructure) sont considérées de manière plus ou moins explicite :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Approche système : considération des fonctions devant être assurées par chacun des sous-systèmes ; considération des organes contribuant à ses fonctions, • Approche organique : considération des organes et d'une décomposition organique et des jeux de propriétés liés, • Approche spatiale : positionnement et relations des composants : identification des besoins en représentation géométrique associés aux composants, identification des principes de positionnement des composants dans l'espace exploité, • Approche par les « échanges d'information » (EIR de la norme ISO 19650) : identification des informations échangées [31].
Pour plus de détails	<p>Se référer au livrable du Thème 3 – UC1 de MINnD S1 « Approche holistique des infrastructures Cadre de référence » - Parties 1 et 2 [32], [33].</p>

2.3 Définition des cas d'usage et scope

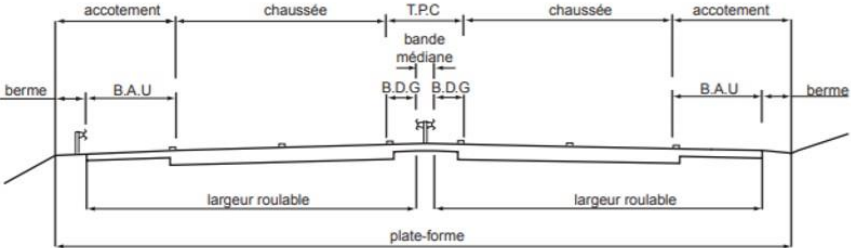
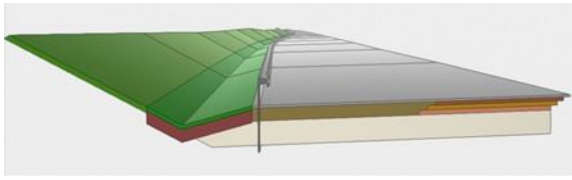
Sous-groupe plateforme – Cas d'usage « Design to design »	<p>Le choix des cas d'usage a été effectué préalablement par bSI ; l'idée du sous-groupe plateforme était de s'inscrire dans la continuité de bSI et de préciser les spécificités françaises. Il convient toutefois de décrire en amont les processus d'échanges des acteurs avant l'étape de dimensionnement.</p>
Périmètre de définition	<p>La route occupe une surface délimitée par son emprise comprenant la plateforme, le talus de remblai et le fossé. Dans le cadre de ce travail, le périmètre de définition des cas d'usage s'est restreint à la plateforme, c'est-à-dire à la chaussée, les accotements et le terre-plein central (le talus est traité dans l'IFC Terrassement).</p>  <p>Le diagramme illustre la coupe transversale d'une plateforme routière. De gauche à droite, on voit : une berme, un accotement, une chaussée, un terre-plein central (T.P.C.) qui comprend une bande médiane et deux bandes de terre-plein central (B.D.G.), une autre chaussée, un autre accotement, et une autre berme. Les B.A.U. (Bande d'Accotement Utilisable) sont indiqués sur les accotements. Les largeurs roulables sont indiquées sur les chaussées. L'ensemble de ces éléments est désigné comme la 'plate-forme'.</p>
Design préliminaire	<p>Dans ce cas d'usage, tout le processus d'acteurs et d'échanges, depuis les études préliminaires vers la construction et l'exploitation, est considéré. Les étapes résumées ci-après se retrouvent également dans le BPMN [25].</p>

Fig 2. Plateforme [34]

	<p>On dispose tout d'abord d'informations sur le tracé routier. Ce sont les premières données intégrées dans le modèle préliminaire BIM. Celui-ci est ensuite enrichi avec d'autres données, telles que le profil en long, les données économiques, l'étude d'impacts environnementaux, la géotechnique. Le modèle est enrichi au fur et à mesure de l'avancement du projet. Les données sont ensuite envoyées au concepteur, qui peut établir le design de la chaussée.</p> <p>Un dimensionnement préliminaire de la chaussée est réalisé ; il tient compte de nombreux paramètres, tels que le trafic prévu, la catégorie de la voie, la classe de portance de la plateforme support... Suivant ces données, une ou plusieurs structures sont sélectionnées et les matériaux constituant chaque couche de la chaussée sont choisis. Enfin, des calculs permettent d'établir la durabilité de la structure et la coupe transversale. De là, on peut estimer le coût prévisionnel du projet.</p>
Conception détaillée	<p>En phase de conception détaillée (design définitif), le processus est itératif : on établit le tracé final et la géométrie, qui seront consignés dans le modèle préliminaire BIM. Le concepteur affine ses hypothèses et valide le dimensionnement de la chaussée, i.e. le choix d'une ou de plusieurs couches de chaussées, le choix de la composition des couches de chaussée, la vérification au gel-dégel et l'établissement de la coupe transversale. Le coût du projet est ainsi affiné.</p>
Construction	<p>En phase de construction, le projet est contractualisé : les données rentrées dans le modèle permettent d'établir l'appel d'offres et de définir les prérequis en vue la construction de la chaussée. Lorsque le constructeur est sélectionné par le Maître d'Ouvrage (MOA), celui-ci accepte en l'état le projet, ou peut l'amender de commentaires sur le dimensionnement. Ces modifications sont également consignées dans le modèle numérique. Après les remarques du constructeur, la version finale du projet peut être éditée et le modèle enrichi et finalisé. Ainsi, on obtient le modèle 3D de la chaussée, ainsi que les détails pour la construction et les quantités (métrés) qui serviront de base pour le cas d'usage « Quantity takeoff ».</p>
Sous-groupe plateforme – Cas d'usage « Initial state modeling »	<p>Il est tout d'abord à noter que ce cas d'usage tient compte à la fois des chaussées existantes, même si le périmètre initial de définition du dictionnaire de données s'arrêterait aux constructions neuves.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Fig 3. Structure de chaussée d'un élargissement</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Fig 4. Chaussée neuve sur bretelle d'autoroute</p> </div> </div>
Informations relatives aux études préalables	<p>Le Maître d'Ouvrage, au-delà de sa fonction de financeur du projet routier, dispose des informations notamment géotechniques et géologiques. Il apporte également les données liées au trafic prévu et au type de voie (à réseau structurant VRS ou à réseau non structurant VRNS).</p>
Géométrie	<p>Le tracé de la chaussée est défini, il peut être décomposé en tronçons positionnés selon des points kilométriques (PK) ou des points de repère (PR) (Fig 5). Les données concernant le nombre de voies, la largeur de voie et sa fonction (lente, rapide, présence ou non d'une bande d'arrêt d'urgence) (Fig 6) sont également fournies. Il est également important de représenter les caractéristiques géométriques telles que le tracé en plan, le profil en long, le profil en travers, les dévers... avant le dimensionnement.</p>

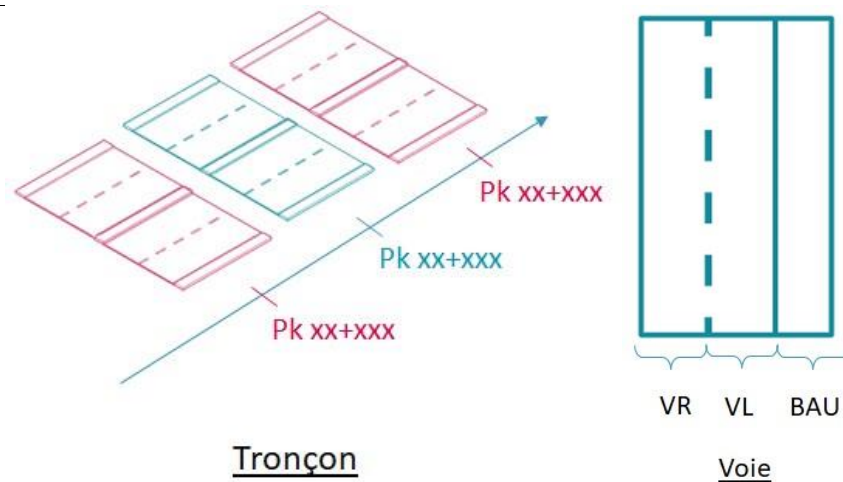


Fig 5. Définition des points kilométriques [35]

Fig 6. Définition d'une voie [35]

<p>Référentiel français de dimensionnement</p>	<p>Dans le cas d'une chaussée neuve, la structure est choisie suivant plusieurs référentiels comme le catalogue de dimensionnement (1998) [34], comprenant 52 fiches ou le logiciel Alizé LCPC en lien avec la norme de dimensionnement NF 98-086 [36]. Un autre guide est dédié aux chaussées à faible trafic [37]. Dans le cas des chaussées existantes, l'utilisateur se réfère au guide de renforcement [38], excepté pour les chaussées en béton, pour lesquelles un autre référentiel a été rédigé par le SETRA [39].</p>
<p>Durée de dimensionnement</p>	<p>Il est rappelé que pour les Voies du Réseau Structurant VRS, la durée de dimensionnement est de 30 ans, et elle passe à 20 ans pour les Voies du réseau Non Structurant VRNS. La définition de la durée de dimensionnement reste un choix de Maître d'Ouvrage.</p> <p>En France, la classe est calculée en fonction du nombre de poids lourds, les véhicules légers étant considérés comme négligeables pour le dimensionnement. Ce point est important à signaler car, dans d'autres pays, tous les types de véhicules sont retenus (aux USA, par exemple). La charge considérée au niveau français (appelée poids total autorisé en charge ou PTAC) est supérieure à 3,5 t. L'essieu de référence est l'essieu de 13 tonnes.</p>
<p>Trafic</p>	<p>Le trafic routier TCI est estimé soit en trafic cumulé sur la durée de dimensionnement, soit en moyenne journalière annuelle (MJA), multipliée par la durée prévue de trafic. Le paramètre TCI prend en compte le recouvrement des bandes de roulement suivant le nombre de voies et la direction (uni ou bidirectionnelle). Ces informations sont nécessaires pour connaître la répartition des poids lourds sur la chaussée. Le taux de croissance du trafic (arithmétique ou géométrique) est également considéré. Enfin, l'agressivité du trafic est traduite par le coefficient d'agressivité moyen CAM, à partir d'un essieu de référence.</p>
<p>Arase et plateforme</p>	<p>Il convient ensuite d'établir la classe de la plateforme support de chaussée (PF) et d'arase (AR) suivant la portance du sol. Les classes sont répertoriées dans le guide technique de terrassement routier (GTR) [40]. Les plateformes de type PF1 (portance < 20 MPa) ne sont pas rencontrées en France.</p>
<p>Choix de la structure</p>	<p>Le concepteur est chargé du dimensionnement de la chaussée et a récupéré en principe les informations reçues du Maître d'Ouvrage. Le dimensionnement des structures de chaussées est réalisé en lien avec la norme de dimensionnement des</p>

	<p>chaussées NF P 98 086 [33]. Le logiciel de référence utilisé pour le dimensionnement en France est Alizé LCPC [41]. Il contient une bibliothèque de matériaux en format texte avec leurs caractéristiques mécaniques (module d'Young, coefficient de Poisson, paramètre ε_6 relatif à la résistance en fatigue...) ainsi que les structures de chaussées conformes au catalogue de dimensionnement. L'ingénieur peut donc sélectionner le type de structure souhaitée pour le projet, renseigner manuellement les épaisseurs de chaque matériau et définir les types d'interface entre les couches (collée, semi-collée ou glissante). Il lance alors les calculs permettant de vérifier si les contraintes et déformations trouvées, sur la base de tous les paramètres insérés, sont bien inférieures aux contraintes et déformations admissibles. Il peut ensuite optimiser les épaisseurs des différentes couches.</p>
Autres paramètres	<p>Une vérification au gel est également réalisée afin d'assurer que la structure de chaussée résiste bien aux conditions climatiques rigoureuses, en tenant compte des périodes de gel et dégel.</p> <p>Certains matériaux utilisés dans la construction de la chaussée (agrégats d'enrobés, fluxants, tensioactifs...) sont accompagnés de fiches de sécurité (FDES) afin de tenir compte de l'aspect environnemental dans le DD.</p> <p>Pour les chaussées existantes, les dégradations en surface, telles que l'orniérage, la fissuration, le faïençage..., ont aussi été recensées.</p> <p>Enfin, des données liées à la signalisation horizontale ont été intégrées dans le dictionnaire.</p>
Sous-groupe assainissement – Cas d'usage « Design to design »	<p>Avant de procéder à l'élaboration du DD, il est indispensable de comprendre la manière dont on procède pour aboutir à des éléments d'assainissement routier en phase de conception, jusqu'à leur réalisation puis leur exploitation. Que faut-il modéliser, de quelle manière, quels sont les attributs à associer ?</p> <p>Une analyse a été faite dans ce sens pour produire un BPMN réaliste et fournir un DD le plus exhaustif sur le scope fixé.</p>
Périmètre de définition	<p>Le périmètre exclut le rétablissement des écoulements du bassin naturel (cours d'eau...) et les zones d'exutoire et de stockage (bassins de rétention ou infiltration...). Le sous-groupe s'est focalisé sur la collecte longitudinale des eaux de plateforme sur une infrastructure neuve de type autoroute.</p>
Design préliminaire	<p>Les échanges métier dans le sous-groupe ont servi à mettre en évidence que l'assainissement est établi avec une première proposition de projet. Un état des lieux sur le terrain, une évaluation du tracé, du profil en long et des dévers, les contraintes du Maître d'Ouvrage et de l'exploitant pour l'entretien, oriente une solution hydraulique pour la collecte des eaux de plateforme. Ensuite, le dimensionnement devient itératif tout au long de la phase de conception en fonction des variantes et des solutions adoptées.</p> <p>Le dimensionnement de l'assainissement routier est déployé au fur et à mesure de l'avancement d'une opération. La thématique hydraulique est prise en compte très en amont et reste une contrainte constante pour les concepteurs. Chaque variante du tracé impose un contrôle de l'assainissement pour valider les principes, les ajuster, voire les remettre totalement en cause. Toute évolution doit prendre en compte les problèmes de franchissement, de drainage, de pollution, d'emprises, de réglementation.</p> <p>L'étude d'assainissement peut également remettre en cause un tracé lorsque par exemple lors d'une analyse de dévers nul, le profil en long peut être revu, le profil</p>

en travers réétudié avec la prise en compte des dispositifs de retenue, voire une reprise de la géométrie plane.

Connaître les hypothèses de dimensionnement pour la traçabilité et la compréhension du réseau proposé est incontournable.

Réaliser un projet routier, c'est en quelque sorte créer un barrage à l'écoulement naturel dans une zone donnée. Tout impact direct ou indirect de cette nouvelle infrastructure sur le milieu aquatique (eaux souterraines, zones humides et inondables, cours d'eau...) implique l'engagement d'une procédure de déclaration Loi sur l'eau ou d'Autorisation environnementale (selon la réglementation européenne).

Enrichir les modèles numériques des éléments constitutifs et conséquents liés aux enjeux hydrauliques d'une infrastructure routière paraît totalement évident et nécessaire.

Entrants du dimensionnement

- Visite terrain : pour compléter l'analyse de plans topographiques ; les éléments de terrain naturel sont à considérer pour la conception car ils sont incontournables pour repérer les ouvrages hydrauliques existants, les zones humides...
- Recueil de données : des recherches complémentaires doivent également être réalisées auprès de différentes instances réglementaires telles que :
 - L'Agence Régionale de Santé (ARS) pour les données concernant les eaux souterraines ou captage AEP,
 - La Direction Départementale des Territoires (DDT) pour les règles de police de l'eau,
 - L'agence de l'eau Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE),
 - La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) à propos des cours d'eau et zones humides,
 - La consultation du Plan de Prévention du Risque d'Inondation (PPRI), du Schéma Directeur d'Assainissement (SDA), des documents réglementaires (Nature 2000...).
- Calcul des débits : il dépend des données pluviométriques et de l'occurrence prise en compte (Q100 pour pluie centennale par exemple). L'occurrence est dans quelques cas réduite pour créer des zones tampons et ainsi réduire des incidences d'inondation à l'aval. Le choix de l'occurrence reste « arbitraire » et au regard des coûts / dégâts engendrés par rapport au coût de la conception et de l'entretien des aménagements qui sont mis en place. Souvent le choix de l'occurrence est celui du Maître d'Ouvrage. Différentes méthodes de calcul (rationnelle, Crupedix, et formule de transition) sont effectuées pour comparaison. De ce fait, ces données dimensionnantes deviennent des éléments à injecter dans le modèle pour faire dans l'avenir des simulations avec des modélisations en lien avec l'évolution des outils métier, ou vérifier des événements d'inondation par exemple.
- Ouvrages de collecte : le choix de l'ouvrage dépend des contraintes et peut varier le long de l'itinéraire du tracé. Plusieurs types d'ouvrage sont rencontrés sur le linéaire :
 - Les fossés et cunettes : béton, enherbés,
 - Les caniveaux et canalisations (caniveau à fente, en u, ouvert, buse...),
 - Les noues,
 - Les collecteurs drainants,
 - Autres...

Le réseau d'assainissement est ponctué d'ouvrages de raccordement entre les différents types d'ouvrages de collecte (regards, tête de sécurité, coudes de raccordement...). Ces données doivent également donner lieu à une information adossée à un objet d'un modèle numérique avec des propriétés pertinentes pour toute la chaîne d'acteurs, y compris l'exploitant (entretien, sécurité des usagers, coût...).

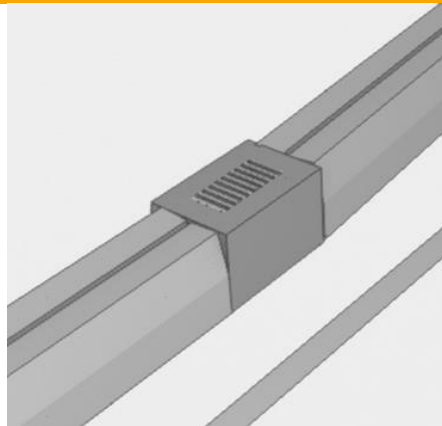


Fig 7. Ouvrage de raccordement Caniveau à fente

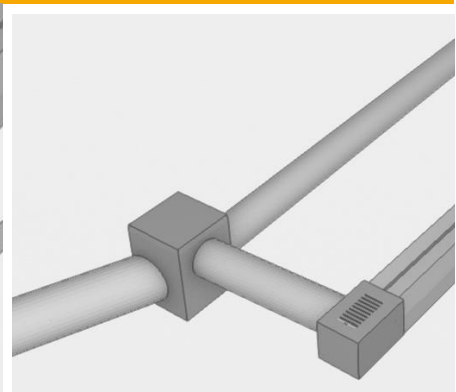


Fig 8. Branchement de réseau d'assainissement (Caniveau à fente vers canalisation)



Fig 9. Raccord caniveau en U et buse avec tête de sécurité



Fig 10. Ouvrage assainissement longitudinal : Caniveau à fente

Sous-groupe assainissement – Cas d'usage « Quantity takeoff »

Le cas d'usage « Quantity takeoff », relatif aux coûts a été considéré dans le sous-groupe pour produire la cartographie des échanges et processus (BPMN). Les propriétés relatives au cas usage « Quantity takeoff » sont portées par les objets assainissement définis dans Design to Design.

Entrants

L'estimation des quantités et des coûts correspondants nécessite deux types de données d'entrée : la connaissance de l'environnement existant (topographie, réseaux existants...) et les données du projet (design de la route, design des terrassements, design des réseaux...).

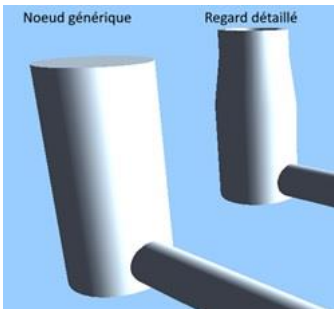
Quantités préliminaires

Lors de la phase de conception, les quantités sont établies avec un niveau de détails relativement faible, l'objectif étant d'établir une estimation globale des linéaires en jeu.

À ce stade, bien qu'un réseau soit généralement un ensemble d'objets préfabriqués, cet aspect est négligé, et sera considéré dans les phases suivantes.

Néanmoins, trois paramètres principaux sont pris en compte : linéaires du réseau, nœuds du réseau, déblais et remblais générés pour la mise en œuvre du réseau (néanmoins, selon les pratiques, ces volumes peuvent être intégrés directement au prix du linéaire de réseau).

Il convient de préciser que ce processus peut être itératif, afin d'optimiser les quantités, en confrontant le projet du réseau avec le projet de la plate-forme.

<p>Quantités détaillées</p>	<p>Les quantités détaillées du réseau sont établies en phase d'exécution. L'entreprise doit atteindre un niveau de détails plus élevé afin de satisfaire les commandes auprès de ses fournisseurs notamment.</p> <p>Par exemple, un nœud de réseau, considéré comme un élément générique et constant en phase étude, doit être détaillé en sous-éléments préfabriqués (calepinage de regard). À cet égard, la hauteur du regard peut avoir un impact sur le prix final, car une hauteur importante nécessite des éléments préfabriqués supplémentaires.</p> <p>Par ailleurs, l'entreprise n'a pas nécessairement la connaissance des catalogues fournisseurs, et les techniques de comptabilisation peuvent différer.</p> <div data-bbox="810 674 1145 981" data-label="Image">  </div> <p>Fig 11. Nœud générique et regard détaillé.</p>
<p>Dépendance aux études hydrauliques</p>	<p>Les quantités détaillées du réseau sont liées aux études de dimensionnement hydraulique, notamment sur les linéaires, car les contraintes d'évacuation des eaux pluviales impactent les dimensions des ouvrages (diamètre du tuyau, dimensions du caniveau...).</p>
<p>Analyse des cubatures</p>	<p>La détermination des volumes de terrassement (déblais et remblais de tranchées) est régie par différentes règles ou processus.</p> <p>Les déblais sont établis selon des règles de mise en œuvre décrites dans des guides (tels que les fascicules 70 [42], [43] et 71 [44], NF EN 1610 [45], blindage de tranchées spécifiques) ou selon des processus de travaux, comme des tranchées communes ou bien des choix de phasage des terrassements. Les déblais globaux peuvent être impactés par des déblais spéciaux, lorsque la tranchée rencontre des couches dures (roche) ou quand elle est réalisée à proximité de réseaux sensibles (gaz, électricité), ou encore dans le cas d'un fonçage.</p> <p>Le remblaiement de la tranchée est généralement réalisé avec des matériaux neufs, mais une proportion de matériaux réutilisables peut être intégrée aux volumes (selon les dispositions constructives en vigueur). Dans le cadre de travaux de réfection du réseau sur une chaussée existante, les quantités de remise en état de la structure de la chaussée doivent être incluses aux quantités de remblais.</p>

2.4 Description des processus collaboratifs en BPMN et identification des échanges d'information

Pour plus d'informations

Le lecteur consultera les références [25]–[28] pour visualiser les processus d'échanges suivant la partie traitée (assainissement et plateforme) et le cas d'usage considéré.

2.5 Remplissage du DD du sous-groupe avec les propriétés nécessaires à ces échanges d'information

Des flux d'échange au dictionnaire de données

Un périmètre défini dans des notes de cadrage

Un travail d'experts pour répondre à des besoins de leur domaine d'expertise

Des propriétés, mais pas que...

Un travail présenté à buildingSMART International,

La constitution des BPMN est une étape indispensable à l'élaboration du dictionnaire de données d'un domaine. C'est en effet par la prise en compte des besoins d'informations de tous les acteurs d'un processus que naît la liste des données utiles. Les experts des domaines définissent ensuite ensemble le « nom » de la propriété, la définition qui l'accompagne ainsi que le format de la valeur associée.

Les quatre cas d'usage retenus sont, pour mémoire :

- Assainissement
 - Échange de modèles de conception (Design to design)
 - Métrés (Quantity takeoff)
- Plateforme
 - Échange de modèles de conception (Design to design)
 - Modélisation de l'état initial (Initial state modeling).

Afin de définir le périmètre des DD associés, des notes de cadrage ont été produites [21]–[24]. Celles-ci rappellent le contexte, fixent les objectifs et délimitent le périmètre de l'étude. On entend par périmètre de l'étude, la liste des éléments concernés et ceux qui en sont exclus.

Elles stipulent également les livrables envisagés et leur format.

Les experts des différents organismes représentés dans le groupe de travail ont ensuite listé toutes les informations nécessaires dans les cas d'usage et mises en lumière dans les BPMN.

Sur la base des modèles conceptuels de données assainissement fournis par Egis, ils se sont accordés sur le nom des propriétés en se référant aux guides de conception et de dimensionnement des ouvrages concernés lorsque cela était possible. Une définition commune de chacune des propriétés a également été associée afin de permettre son réemploi dans un autre contexte.

Des préconisations d'unité de mesure ont également été attachées à chacune des propriétés.

Ces éléments ont été formalisés dans un tableur Excel en se basant sur la norme ISO 23386. Ce tableau est ensuite consolidé par un expert du GT et soumis à buildingSMART France pour intégration dans le dictionnaire en ligne [46]–[48].

Au-delà des propriétés portées par les objets, un exercice de vérification de la définition des objets dans le modèle conceptuel des IFC a été réalisé. Il est apparu des manquements dans la définition des classes d'objets [49].

À titre d'exemple, il n'est à ce jour pas possible de définir un objet de type caniveau à fente en IFC. Une sémantique des objets des différents domaines considérés ainsi qu'une typologie de ceux-ci ont été produits.

Ces éléments permettront à l'utilisateur du dictionnaire de données de fiabiliser la typologie des objets des infrastructures.

L'avancement de ce travail a été présenté à l'Infrastructure Room de bSI [29], [50] ainsi qu'au BIM World 2021 [51] et 2022 [35].

**Infrastructure Room et
BIM World**

3. ANALYSE

3.1 Difficultés rencontrées

Compréhension du modèle conceptuel	Des difficultés demeurent dans la compréhension du modèle conceptuel de données des IFC, c'est-à-dire l'organisation des différentes classes IFC qui permettent de décrire une chaussée. Les travaux de MINnD et de buildingSMART International étant menés en parallèle, les exemples IFC et les spécifications détaillées sont arrivées vers la fin du projet.
Choix des contributeurs non anodin	L'accès aux personnes avec une double culture métier et connaissance des IFC est nécessaire pour faciliter le lien entre le DD et les IFC.
Méthode de création non harmonisée	La méthodologie de création d'un DD est assez libre et il est facile d'avoir des différences entre deux dictionnaires de données (nommage, description des champs...). L'élaboration d'une convention sur la création de bSDD permettrait d'homogénéiser ce travail.

3.2 Analyse critique du modèle conceptuel de données des IFC Road

Nécessité de coordination	Un processus de traitement des interfaces entre notre groupe de travail et d'autres (Rail et Terrassement notamment) a été proposé mais n'a pas pu être mis en place, compte tenu de l'avancement décalé et du rythme de ces autres groupes. Dans la gouvernance des DD de MINnD suite à MINnD S2, il conviendra de gérer ces interfaces et d'éliminer les doublons dans les DD. Un DD commun avec ces propriétés communes a été imaginé.
----------------------------------	---

3.3 Analyse de la méthode de conception d'un DD

Traduction des propriétés	Cette étape nécessite des relectures afin de valider la pertinence ou la justesse de la traduction. Cette étape peut être itérative. Par ailleurs, chacun est libre d'utiliser un dictionnaire de traduction de son choix (AIPCR [19],...), ce qui peut aboutir à un manque d'homogénéité.
Description des propriétés	La rédaction des propriétés par différentes personnes génère une hétérogénéité des descriptions, autant sur la forme (phrase, conjugaison) que sur le fond (niveau de détails attendu).
Organisation humaine et outils	Un travail collaboratif sur la conception d'un DD à plusieurs mains nécessite une organisation minimum : outil de travail collaboratif, réunion de relecture « par les pairs »,...
Temps consacré à la méthode	L'identification des propriétés, leur traduction, la détermination d'une description est un travail de longue haleine et chronophage. Plusieurs heures peuvent être nécessaires pour valider 10 propriétés.

3.4 Analyse de l'utilité des DD et limites

Utilité	<p>La principale utilité d'un dictionnaire de données publié dans la plateforme de buildingSMART est de pouvoir compléter la sémantique et les propriétés des IFC qui ne font pas consensus. Ainsi, il devient possible d'ajouter des propriétés qui sont spécifiques à un pays, une norme tout en ayant un cadre de définition (ISO 23386) qui assure la pérennité du DD.</p>
Limites	<p>L'utilisation de ce DD va grandement dépendre de plusieurs facteurs qui ne sont pas encore complètement définis.</p>
Gouvernance des DD	<p>Ces DD vont obligatoirement évoluer dans le temps et, afin qu'ils soient utilisés par le plus grand nombre, une instance (publique de préférence) doit se porter garante de ce DD.</p>
Intégration des DD dans les outils de conception	<p>L'intégration des propriétés dans les modèles se fait pour le moment manuellement en choisissant la propriété dans le bSDD via des outils développés par les éditeurs sur les API du bSDD. Afin d'industrialiser ce processus, il faudrait qu'elle soit automatisée.</p>
Définition des exigences des échanges	<p>Selon les cas d'usage, il serait intéressant d'avoir des outils pour définir les exigences des échanges avec les propriétés du bSDD comme les MVD pour les IFC.</p>
Incompatibilité entre une propriété de l'IFC et une propriété du bSDD	<p>Le principal problème est que pour le moment la définition des propriétés des IFC n'est pas complètement compatible avec l'ISO 23386 utilisée par le bSDD. Un autre problème est aussi le manque d'harmonisation des propriétés IFC.</p>

4. CONCLUSIONS

Démarche

Notre groupe de travail IFC Road a établi des dictionnaires de données assainissement et plateforme en précisant tout d'abord les cas d'usage considérés, puis en décrivant les processus d'échanges d'informations (BPMN) et enfin en renseignant les propriétés des objets utiles à ces échanges. Au préalable, des notes de cadrage ont été rédigées afin de délimiter le périmètre d'étude. Les propriétés ont été définies en sous-groupe par les experts des domaines.

Perspectives

Quelques défis restent à relever pour pérenniser cette démarche, notamment une gestion des interfaces entre les dictionnaires (ceci afin de supprimer d'éventuels doublons), une intégration plus automatisée des propriétés, une homogénéisation du dictionnaire tant sur le fond (pour compatibilité avec le référentiel normatif) que sur la forme (format non identique entre les différents dictionnaires), ou encore une continuité d'alimentation du dictionnaire pour tenir compte des nouveaux objets.

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).
- [20] M. Beaufils *et al.*, « Proposition de standard OpenBIM pour les données géotechniques », MINnD_UC08_01_Standardisation_donnees_geotechniques_027A_2019 - Livrable du PN MINnD Saison 1 - Thème 3 : Structuration des données - UC8 : IFC Infrastructures souterraines, août 2019.
- [21] MINnD, « Chaussée - Cas d'usage R09 - Design to Design », Livrable du PN MINnD Saison 2 - GT1.3 IFC Road - Note de cadrage, juin 2019.
- [22] MINnD, « Chaussée - Cas d'usage R15 - Initial State Modeling », Livrable du PN MINnD Saison 2 - GT1.3 IFC Road - Note de cadrage, juin 2019.
- [23] MINnD, « Assainissement - Cas d'usage Design to Design », Livrable du PN MINnD Saison 2 - GT1.3 IFC Road - Note de cadrage, juin 2019.
- [24] MINnD, « Assainissement - Cas d'usage Quantity Takeoff », Livrable du PN MINnD Saison 2 - GT1.3 IFC Road - Note de cadrage, juin 2019.
- [25] MINnD, « BPMN IFC Road Chaussée - UC Design to Design », Livrable du PN MINnD Saison 2 - GT1.3 IFC Road, juin 2019.
- [26] MINnD, « BPMN IFC Road Chaussée - UC Initial State Modeling », Livrable du PN MINnD Saison 2 - GT1.3 IFC Road, juin 2019.
- [27] MINnD, « BPMN IFC Road Assainissement - UC Design to Design », Livrable du PN MINnD Saison 2 - GT1.3 IFC Road, févr. 2022.
- [28] MINnD, « BPMN IFC Road Assainissement - UC Quantity Takeoff », Livrable du PN MINnD Saison 2 - GT1.3 IFC Road, juin 2019.
- [29] buildingSMART International, « Fill the gap with the bSDD », buildingSMART International Infrastructure Room - Session 1, oct. 2020.
- [30] NF EN 17412, « Modélisation des informations de la construction - Niveau du besoin d'information - Partie 1 : concepts et principes », Collections AFNOR, 2020.
- [31] ISO 19650-4, « Organisation et numérisation des informations relatives aux bâtiments et ouvrages de génie civil, y compris modélisation des informations de la construction - Gestion de l'information par la modélisation des informations de la construction - Partie 4 : Echange d'informations », International Organization for Standardization, 2020.

- [32] C. Castaing *et al.*, « Approche holistique des infrastructures - Cadre de référence - Partie 1 », MINnD_TH03_UC01-01_Approche_holistique_Partie1_013A_2019 - Livrable du PN MINnD Saison 1 - Thème 3 : Structuration des données - Approche holistique (UC1), avr. 2019.
- [33] C. Castaing, P. Benning, V. Cousin, K. Selouane, C.-E. Tolmer, et N. Ziv, « Approche holistique des infrastructures - Cadre de référence - Partie 2 », MINnD_TH03_UC01-02_Approche_holistique_Partie1_013B_2019 - Livrable du PN MINnD Saison 1 - Thème 3 : Structuration des données - Approche holistique (UC1), avr. 2019.
- [34] LCPC, SETRA, « Catalogue des structures types de chaussées neuves », Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement Paris, 1998.
- [35] N. Lancien, « Exemples concrets IFC dans le domaine des Chaussées », BIM World, Paris, avr. 2022.
- [36] NF P 98-086, « Dimensionnement structurel des chaussées routières - Application aux chaussées neuves », Collections AFNOR, 2019.
- [37] IDRRIM, « Manuel de dimensionnement des chaussées neuves à faible trafic », Editions CEREMA - Collections Références, 2020.
- [38] IDRRIM, « Diagnostic et conception des renforcements de chaussées », Editions CEREMA - Collection Références, 2016.
- [39] SETRA, « Guide technique - Entretien des chaussées en béton - Chaussées routières et aéronautiques », LCPC, 2002.
- [40] SETRA/LCPC, « Réalisation des remblais et des couches de forme - Fascicule 1 - principes généraux », Editions Cerema, 2000.
- [41] « Alizé Lcpc - Logiciel pour le dimensionnement des structures de chaussées ». <https://www.alize-lcpc.com/fr/index.php> (consulté le 14 octobre 2021).
- [42] Fascicule 70-1, « Fourniture, pose et réhabilitation de canalisations d'eaux à écoulement à surface libre », Cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux de génie civil, 2021.
- [43] Fascicule 70-2, « Ouvrages de recueil, de stockage et de restitution des eaux pluviales », Cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux de génie civil, 2021.
- [44] Fascicule 71, « Fourniture, pose et réhabilitation de canalisations d'eaux à écoulement sous pression », Cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux de génie civil, 2021.
- [45] NF EN 1610, « Mise en oeuvre et essai des branchements et canalisations d'assainissement », Collections AFNOR, 2015.
- [46] buildingSMART France - Atlas, « Projet MINnD Atlas Dictionaries - Exploitation de l'intégration des dictionnaires Assainissement, Chaussée, Terrassement et Tunnel dans le buildingSMART Data Dictionary », Livrable du PN MINnD Saison 2, 2022.
- [47] MINnD, « Dictionnaire de données - Assainissement », Livrable du PN MINnD Saison 2 - GT1.3 IFC Road, nov. 2021.

- [48] MINnD, « Dictionnaire de données - Plateforme », Livrable du PN MINnD Saison 2 - GT1.3 IFC Road, déc. 2021.
- [49] D. Le Roux et B. Avril, « Review of IFC proposal for IR-ROAD-WP3_RoadEventInput », Compte-rendu de réunion du PN MINnD Saison 2 - GT1.3- IFC Road, oct. 2019.
- [50] MINnD - buildingSMART International, « IFC Road - Pavement Story line », présenté à Infrastructure Room - Session 1, oct. 2020.
- [51] C. Blanchet, « Enrichir les IFC avec un Dictionnaire de données métier, Unit Test IFC 4.3 et l'assainissement », BIM World, Paris, juin 2021.