

Livrable

Description synthétique des techniques et des usages utilisés dans une démarche BIM par type d'ouvrage

Auteurs/Organismes

COIN Marie-Claire (Vinci Groupe)
DUMOULIN Claude (CDC)
HALBOUT Hervé (Consultant)
LEMOINE Pascal (FNTP)
TEULIER Régine (Cognilog)
TOURNEZ Eric (Bouygues Travaux Publics)

Thème de rattachement :
Thème 0 - Observatoire

MINnD_TH00_02_Description-techniques-et-usages-par-type-ouvrage 22A_2018
Novembre 2018

Sommaire

1. GLOSSAIRE	2
2. RÉSUMÉ/ABSTRACT	3
3. PRÉAMBULE	5
4. PRINCIPES DE CARTOGRAPHIE	8
5. SCHÉMA GÉNÉRAL	11
6. DESCRIPTIONS DÉTAILLÉES DES OUVRAGES	12
6.1. Bulle 1 : bâtiment et sous-sol	12
6.2. Bulle 2 : environnement urbain et réseaux - BIM et SIG	14
6.3. Bulles 3 et 4 : voie ferrée et tunnels	15
6.4. Bulle 6 : routes.....	16
6.5. Bulle 7 : fondations d'ouvrages, terrassements et géotechnique	17
6.6. Bulle 8 : environnement naturel (MOS, bassin versant/écoulement des eaux)	18
6.7. Bulle 9 : ponts	19
6.8. Bulle 10 : développement durable — faune, flore et acoustique	20

I. GLOSSAIRE

Abréviation	Définition
CityGML	Standard ouvert soutenu par l'OGC. CityGML est utilisé pour modéliser les villes.
InfraGML	Standard soutenu par l'OGC. C'est un schéma d'implantation d'une partie de LandInfra. Ce standard permet d'échanger des données de relevé de terrain et des données des projets d'infrastructures.
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe.
Interopérabilité	« Capacité d'échanger par la présence d'un standard neutre et ouvert des données entre les différents "modèles" sans dépendre d'un acteur ou d'un outil en particulier. » (Mediaconstruct, 2017).
LandInfra	Modèle conceptuel de données qui visent à remplacer LandXML, il permet d'échanger des données d'infrastructures.
LandXML	Standard ouvert actuellement implanté partiellement dans les outils et qui ne convient pas aux exigences des projets d'infrastructure.
MINnD	Modélisation des INformations INteropérables pour les INfrastructures Durables.
SIG	Système d'information géographique.
XML	<i>Extensible Markup Language</i> , c'est un langage utilisé dans de nombreux standards de données comme le CityGML, InfraGML et le LandXML.

2. RÉSUMÉ/ABSTRACT

Résumé

Organisation du livrable

Le livrable est organisé autour de la représentation stylistique d'un paysage où prennent place différents types d'infrastructures ou secteur d'activité de la filière construction. Chaque activité est repérée par une étiquette. Cette étiquette renvoie à un paragraphe développant :

- Les usages les plus partagés sur ce type d'infrastructure.
- Le périmètre.
- L'interopérabilité des données sur ce secteur.
- Les outils les plus usuels sur ce type d'infrastructure.

Activités abordées

Le livrable commence par les bâtiments, secteur le plus avancé dans la construction. Puis il aborde d'autres activités du secteur de la construction, comme suit :

Bulle 1	Bâtiments.
Bulle 2	Environnement urbain et réseaux, assainissement, eau potable, gaz, électricité, télécoms, etc.
Bulle 3	Voies ferrées.
Bulle 4	Tunnels.
Bulle 5	Routes.
Bulle 6	Fondations d'ouvrages, terrassements et géotechnique.
Bulle 7	Environnement naturel : mode occupation sol, bassin versant/écoulement des eaux.
Bulle 8	Ponts.
Bulle 9	Développement durable, faune, flore et acoustique.

Fiches schématiques

Les fiches sont schématiques. Il s'agit avant tout de présenter un **panorama global**, permettant de faire « le point ».

Abstract

Deliverable organization

The deliverable is organized around the stylistic representation of a landscape or takes place different types of infrastructure or sector of activity of the construction sector. Each is identified by a label that refers to a development in a paragraph, which develops:

- The most shared uses of this type of infrastructure.
- The perimeter.
- Interoperability of data on this sector.
- The most common tools on this type of infrastructure.

Discussed activities

The deliverable begins with buildings, the most advanced sector in construction. Then it discusses other activities in the construction sector, as follows:

Bubble 1	Buildings.
Bubble 2	Urban environment and networks, sanitation, drinking water, gas, electricity, telecoms, etc.
Bubble 3	Railway.
Bubble 4	Tunnel.
Bubble 5	Roads.
Bubble 6	Foundations of earthworks, earthworks and geotechnics.
Bubble 7	Natural environment: land use mode, watershed water flow.
Bubble 8	Bridges.
Bubble 9	Sustainable development, fauna, flora noise.

Schematic cards

The cards are relatively schematic, it is above all to present a global overview, to make 'point'.

3. PRÉAMBULE

<p>MINnD</p> <p>Présentation</p> <p>Objectifs</p>	<p>MINnD est un projet national de recherche collaborative pour favoriser le développement du BIM (Building Information Modelling) relatif aux infrastructures.</p> <p>MINnD améliore la structuration des données de projet et permet des échanges et des partages d'informations plus efficaces.</p> <p>Ses objectifs sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spécifier les outils à développer pour intégrer les processus et méthodes de travail BIM. • Contribuer au développement du BIM et à la transition numérique dans le domaine des infrastructures et de l'aménagement durable. • Maîtriser et structurer les informations à échanger entre acteurs, durant le cycle de vie complet d'une infrastructure : <ul style="list-style-type: none"> - Concep- - Exploitation. tion. - Maintenance. - Construc- - tion.
<p>Observatoire</p> <p>Description</p> <p>Groupe de travail</p>	<p>L'Observatoire est l'un des cinq thèmes du projet.</p> <p>L'Observatoire des évolutions des pratiques et des connaissances autour de la maquette numérique permet de partager les informations et les avancées de ce domaine. Ces dernières peuvent provenir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des entreprises partenaires, • d'expériences d'entreprises d'autres pays relatives dans des publications, • des éditeurs, • de publications académiques, • de la réglementation (exemple : directive européenne Inspire). <p>Un groupe de travail a une activité plutôt orientée filière avec un focus sur la veille. Il produit une cartographie à partir de famille de métiers.</p>
<p>Cartographie</p> <p>Présentation</p> <p>Définitions</p>	<p>La cartographie :</p> <ul style="list-style-type: none"> • concerne les infrastructures, • prend le bâtiment comme référence compte tenu de l'usage avancé du BIM dans ce secteur. <p>▼ Infrastructure</p> <p>Les dictionnaires Le Robert et Larousse définissent le mot infrastructure comme suit :</p>
<p>Définition d'infrastructure</p> <p>Selon Le Robert</p> <p>Selon le dictionnaire historique de la langue française Le Robert, « infrastructure désigne d'abord dans le vocabulaire des chemins de fer (1875, Littré) l'ensemble des ouvrages qui concourent à l'établissement de la plateforme. Par extension, le mot s'emploie pour l'ensemble des installations au sol, en aviation (1931), et pour les parties inférieures d'une construction (1935). Par analogie, il désigne un ensemble d'équipements techniques ou économiques (mil. xxe s.). »</p> <p>Selon le Larousse</p>	

Définition d'infrastructure

Selon le dictionnaire Larousse, une infrastructure est « l'ensemble des ouvrages constituant la fondation et l'implantation sur le sol d'une construction ou d'un ensemble d'installations (exemple : route, voir ferrée, aéroport). »

▼ Infrastructure de transport

Les infrastructures de transport sont les **installations fixes qu'il est nécessaire d'aménager** pour permettre :

- la circulation des véhicules,
- le fonctionnement des systèmes de transports routiers, ferrés, fluviaux, énergétiques ou multimodaux.

Au sens strict	L'infrastructure désigne au sens strict la partie matérielle inférieure , le sous-bassement d'une voie.
Au sens large	L'infrastructure de transport englobe : <ul style="list-style-type: none"> • Les éléments nécessaires à l'exploitation normale : caténaires, signalisation, postes d'aiguillage, tour de contrôle dans les aéroports, etc. • Les bâtiments liés à l'usage de cette infrastructure.

▼ Terme opposé : superstructure

Le terme infrastructure s'oppose à **superstructure**. On peut dans certains cas distinguer les deux.

Exemple

Dans une ligne de chemin de fer, l'infrastructure est la plateforme de la voie, sur laquelle on pourrait implanter une voie routière. La superstructure est constituée par la voie ferrée proprement dite (rails et traverses).

4. PRINCIPES DE CARTOGRAPHIE

Types d'ouvrage à cartographier

Les types d'ouvrage à cartographier sont :

Bulle 1	Bâtiments.
Bulle 2	Environnement urbain et réseaux, assainissement, eau potable, gaz, électricité, télécoms, etc.
Bulle 3	Voies ferrées.
Bulle 4	Tunnels.
Bulle 5	Routes.
Bulle 6	Fondations d'ouvrages, terrassements et géotechnique.
Bulle 7	Environnement naturel : mode occupation sol, bassin versant/écoulement des eaux.
Bulle 8	Ponts.
Bulle 9	Développement durable, faune, flore et acoustique.

Différences entre...

... un modèle bâtiment...

Selon le dictionnaire Larousse, un bâtiment est « une construction d'une certaine importance destinée à servir d'abri ». Un modèle bâtiment est donc :

- structuré en espaces (pièces, circulations, etc.) limités par des séparateurs (murs, planchers, etc.),
- protégé des agressions extérieures par une enveloppe.

Pour faciliter l'utilisation du bâtiment, les pièces sont garnies d'équipements reliés à des réseaux électriques ou fluides, etc.

... une infrastructure...

Une infrastructure permet :

- la circulation des véhicules,
- le fonctionnement des systèmes de transports routiers, ferrés, fluviaux, énergétiques ou multimodaux.

Elle désigne au sens strict la partie matérielle inférieure, à savoir le soubassement des voies de circulation.

... et une voie de circulation

Les voies de circulation requièrent un tracé lisse et adapté pour :

- permettre une circulation optimale,
- éviter les chocs aux passagers, aux marchandises et aux véhicules, voire un accident.

Le génie civil construit donc quantité d'ouvrages, quels que soient les reliefs rencontrés, tels que ponts, tunnels, terrassement, etc.

Éléments à prendre en compte

En conséquence, les éléments à prendre en compte sont :

Éléments à prendre en compte

La voie portée par l'infrastructure est décrite le long d'une courbe appelée ligne rouge. Les ouvrages associés sont décrits dans deux repères :

- Un repère géographique géolocalisé.
- Une abscisse curviligne le long de la ligne rouge.

L'impact de l'infrastructure sur l'environnement existant et l'impact de l'environnement existant sur l'ouvrage à construire.

Le terrain naturel, les ouvrages et infrastructures existants et environnants. En effet, l'impact peut s'étendre au-delà de l'emplacement direct du projet.

Éléments à prendre en compte

La connaissance des caractéristiques des couches de sol.

La faune, la flore, et les nuisances liées à la construction et à l'exploitation qui les concernent.

Les méthodes de construction de l'ouvrage et les phases provisoires qui peuvent concerner les infrastructures environnantes durant la construction.

Les phases de maintenance et d'exploitation.

Indicateurs utilisés

Pour le bâtiment et par souci d'homogénéité, pour les infrastructures, nous utilisons les indicateurs BIM suivants :

- Ou-tils.
- Usage.
- Interopérabilité.
- Périmètre.

On parle de BIM et de SIG sans définir l'un et l'autre et leur domaine d'application. On ne parle pas de l'interopérabilité entre le BIM et le SIG.

BIM

▼ Présentation

Le BIM (Building Information Modelling) permet la **modélisation d'un ouvrage** :

- Pont.
- Terrassement.
- Tunnel.

Le BIM décrit l'ouvrage tel qu'il est construit. L'ouvrage est défini par la **voie portée** :

- ligne rouge,
- caractéristique transversale de la voie le long de la ligne rouge.

Définition de l'ouvrage	Obtention des caractéristiques
Pont	
Le pont permet de franchir un obstacle en passant dessus.	Le dimensionnement des fondations est tributaire de la connaissance du sol au droit des fondations. Cette connaissance est obtenue à partir : <ul style="list-style-type: none"> • du SIG, • d'éventuels sondages complémentaires.
Terrassement	
Le terrassement est un remaniement du terrain naturel. Il modifie la topographie et le paysage en créant des ouvrages en terre soit en remblai soit en déblai.	Les caractéristiques géotechniques du terrain remanié sont obtenues à partir : <ul style="list-style-type: none"> • du SIG, • de sondages complémentaires, • de l'analyse des terres extraites appelée déblais.
Tunnel	
Le tunnel est une galerie souterraine permettant de franchir un obstacle par dessous.	Le dimensionnement de la structure du tunnel est conditionné par la connaissance de la géotechnique du sol traversé. Cette connaissance est obtenue à partir : <ul style="list-style-type: none"> • du SIG, • d'éventuels sondages complémentaires, • de l'analyse des terres extraites appelée déblais.
Impact : l'impact sur et des environnants est aussi tributaire de la connaissance des sols environnants.	

SIG

▼ Interface

Tous ces ouvrages ont une interface forte avec :

- le terrain naturel existant,
- les couches de sols en dessous,
- les ouvrages anthropiques existants.

▼ Présentation

Un SIG (Système d'information géographique) **permet la modélisation de l'information géographique d'un lieu.**

▼ Éléments connus

Les éléments connus sont :

- Le terrain naturel.
- Les ouvrages existants en surface.
- Les sondages avec leur localisation et les diverses couches associées.
- Les caractéristiques des couches associées :
 - profondeur,
 - nature,
 - géotechniques.

▼ Éléments inconnus

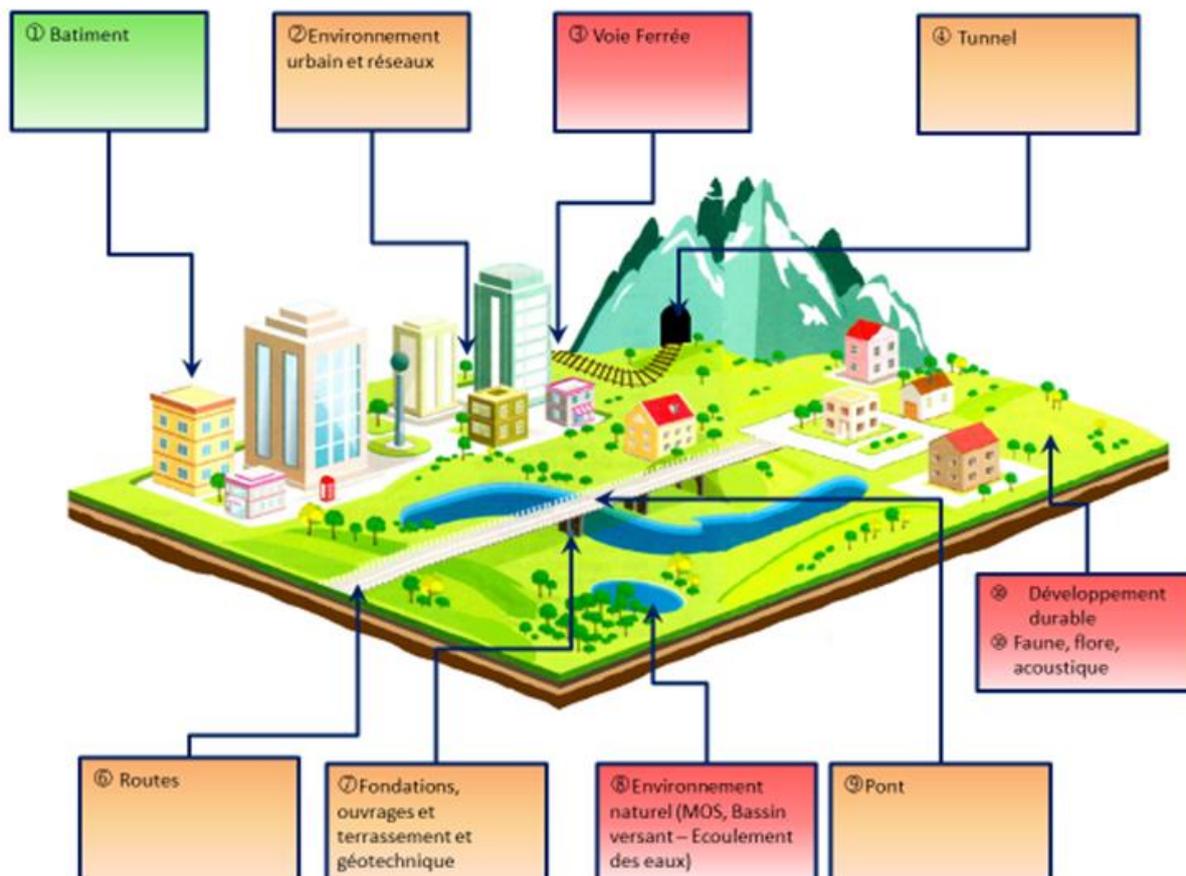
Les éléments inconnus sont :

- Les réseaux enterrés sont moins bien connus.
- Les couches entre les sondages restent un domaine d'expertise géotechnique. Il faut donc une modélisation géotechnique couplée à la modélisation SIG.

5. SCHÉMA GÉNÉRAL

Différents types d'infrastructures

Le schéma général ci-dessous illustre un paysage avec différents types d'infrastructures. Chaque infrastructure est repérée par une étiquette. Chaque étiquette renvoie à un développement dans les paragraphes suivants.



Infrastructures et ouvrages concernés par une approche BIM

6. DESCRIPTIONS DÉTAILLÉES DES OUVRAGES

6.1. Bulle I : bâtiment et sous-sol

<p>Usage : Des représentations de l'ouvrage...</p> <p>... à concevoir</p> <p>... à réaliser</p> <p>... à exploiter</p>	<p>L'ouvrage à concevoir est le point d'entrée du BIM, avec la bascule réelle des études de conception des bâtiments en « 3D ». Les exigences attendues de l'ouvrage à satisfaire en réalisation sont associées à la représentation graphique visuelle tous corps d'états.</p> <p>Une maquette numérique 3D est constituée de composants ou « objets 3D ». Chaque « objet 3D » est caractérisé par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • sa représentation géométrique, • sa localisation dans l'ouvrage, • ses relations avec son environnement proche, • des propriétés définies au cas par cas : <ul style="list-style-type: none"> - mécaniques, - marchandes, - logistiques, - etc. <p>À ce stade, chaque discipline sollicitée réalise sa maquette métier dédiée. La maquette numérique de l'ouvrage est composée des :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maquettes métiers. • Vues métiers. <p>Les outils intègrent les solutions retenues pour satisfaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • aux exigences du projet, • aux règles de mises en œuvre. <p>L'exploitation des ouvrages par le BIM est une promesse pour laquelle les réponses sont en cours par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les standards d'écriture, • la rédaction des cahiers des charges par nos maîtres d'ouvrages. <p>Le BIM offre au Facility Management le tremplin pour proposer des nouvelles offres et solutions innovantes et opérationnelles.</p>
<p>Périmètre</p>	<p>Au-delà de l'ouvrage par lui-même, il est impératif de tenir compte des interactions qui le relie à son contexte :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'intégration dans son environnement, • les liens avec les concessionnaires (réseaux divers), • les infrastructures liées (c'est-à-dire les infrastructures existantes auxquelles l'ouvrage sera connecté), • l'interaction sols-structures (c'est-à-dire les fondations).
<p>Interopérabilité</p> <p>Description</p>	<p>Les standards organisent l'interopérabilité entre les acteurs et les solutions. Ils ouvrent par la neutralité des formats d'échanges les marchés publics au BIM.</p> <p>Les formats et les normes sont décrits dans le tableau ci-dessous.</p>

Format/norme	Définition
IFC 16 739 IFC norme NF EN ISO 16739	
« Classes de fondation d'industrie — (IFC) pour le partage des données dans le secteur de la construction et de la gestion des installations ».	Elle définit la façon dont l'information est structurée pour pouvoir être lue et correctement interprétée par les « machines » logicielles.
IDM 29 481 parties 1, 2 : IDM norme NF EN ISO 29481	
« Modèles des informations de la construction — Protocole d'échange d'informations - Partie 1 : méthodologie et format et Partie 2 : cadre d'interaction ».	Elle est le texte mère des conventions BIM. C'est la norme des IDM. Elle définit la façon dont s'organisent les études pour la réalisation d'un projet en BIM.
IFD 12 006 dictionnaire NF EN ISO 12006-3	
« Construction immobilière — Organisation de l'information des travaux de construction — Partie 3 : schéma pour l'information basée sur l'objet — Bâtiments et ouvrages de génie civil — Organisation de l'information concernant les travaux de construction ».	<p>Cette norme décrit les briques de base du stockage d'un dictionnaire. Elle porte le modèle de description de taxonomies selon les notions de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concept (xtdObject). • Regroupements de concepts (xtdCollection). • Relations entre concepts (xtdRelationship).
ISO 19650	
Cette norme s'intéresse au management de l'information dans les projets réalisés en BIM. Elle est issue de la norme NF EN ISO 29481, enrichie des travaux britanniques sur les PAS (standard). Elle traite de :	
<ul style="list-style-type: none"> • la définition des exigences du client, • de la façon d'organiser le management de l'information pour y répondre. 	
Norme expérimentale XP P07 150	
« Propriétés des produits et systèmes utilisés en construction — Définition des propriétés, méthodologie de création et de gestion des propriétés dans un référentiel harmonisé »	Cette norme de méthodologie décrit les propriétés des composants ou produits entrant dans la définition des ouvrages : un objet = un ensemble de propriétés. Une propriété est définie par des attributs auxquels sont associées des valeurs.

Outils

Familles d'outils

Plusieurs familles d'outils existent chez les éditeurs, certaines plus populaires, d'autres plus interopérables :

- AUTODESK avec son logiciel phare REVIT.
- Trimble avec son logiciel phare Tekla Structures.
- Bentley avec AECOSim.
- Netmetsckek avec ses logiciels phares Archicad All Plan.

Natures d'outils

Plusieurs natures d'outils existent :

- Outils de modélisation.
- Outils de visualisation.
- Outils d'hébergement.

API

Une multitude d'API sont disponibles.

Applications dérivées du BIM

De nombreuses applications dérivées du BIM apparaissent **pour le déploiement de solutions très opérationnelles.**

Exemple

Les levées de réserve

6.2. Bulle 2 : environnement urbain et réseaux - BIM et SIG

<p>Introduction</p> <p>Périmètre</p> <p>Modélisation du paysage urbain</p> <p>Cartographie</p>	<p>Cette bulle concerne l'environnement urbain et les réseaux au sens de l'entropie qui existe. Les réseaux sont à la fois :</p> <ul style="list-style-type: none"> • souterrains, • aériens. <p>Le paysage urbain est modélisé de façon fine. Cependant, en 2D, cela donne des bases de données importantes. Aujourd'hui, il existe de plus en plus de modélisations sur des problèmes spécifiques qui devraient alimenter cette grande base de données. Il existe donc un décalage.</p> <p>▼ Une cartographie 2D issue de BD spatiales des SIG</p> <p>Pour le milieu urbain ou le territoire « naturel », la cartographie :</p> <ul style="list-style-type: none"> • reste avant tout 2D, • est issue de BD spatiales des SIG (80 à 85 % sont en 2D). <p>▼ Stockage de la donnée 3D</p> <p>Quelques bases stockent de la donnée 3D en particulier avec du CityGML.</p> <p>▼ Catalogage des données</p> <p>Dans le cadre de la directive Inspire, les données sont de plus en plus cataloguées.</p>											
<p>Interopérabilité</p> <p>Point fort en SIG 2D</p> <p>Formats d'échanges</p> <p>Problématique</p> <p>Freins majeurs pour l'utilisation des données SIG</p> <p>Conception-construction</p>	<p>L'interopérabilité de la 2D se dilue au passage en 3D. L'interopérabilité est réelle, c'est le point fort des formats d'échanges en SIG 2 D.</p> <p>Les formats d'échange en SIG 2D et SIG 3D sont :</p> <table border="1" data-bbox="523 1263 1262 1464"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Format d'échange</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">SIG 2D</td> <td rowspan="2">Serveurs spatiaux</td> <td>Oracle spatial pour Oracle</td> </tr> <tr> <td>PostGre/PostGIS pour l'Open Source</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">SIG 3D</td> <td rowspan="2">CityGML</td> <td>LandXML</td> </tr> <tr> <td>InfraGML</td> </tr> </tbody> </table> <p>La problématique majeure reste la mise à jour des données dans les BD. L'open source est très puissant et crédible vis-à-vis des éditeurs.</p> <p>Cela pousse les développements et l'interopérabilité.</p> <p>Un des freins majeurs pour l'utilisation des données SIG dans les infras est un problème de compétences. C'est-à-dire la connaissance profonde, le réflexe de les intégrer dans le raisonnement métier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les géomaticiens n'ont pas la compétence d'intégrer et de gérer des données en 3D. • Les concepteurs n'ont pas la connaissance des données SIG disponibles ni la compétence pour les intégrer dans la conception. <p>Dans le cadre de conception-construction, on échange davantage de données SIG et modèles 3 D. Il faut noter l'importance de la mise à jour des données SIG, surtout l'altitude.</p>			Format d'échange	SIG 2D	Serveurs spatiaux	Oracle spatial pour Oracle	PostGre/PostGIS pour l'Open Source	SIG 3D	CityGML	LandXML	InfraGML
		Format d'échange										
SIG 2D	Serveurs spatiaux	Oracle spatial pour Oracle										
		PostGre/PostGIS pour l'Open Source										
SIG 3D	CityGML	LandXML										
		InfraGML										

Outils logiciels

Outils de cartographie

Les outils les plus couramment utilisés dans la cartographie 2D et 3D sont décrits dans le tableau ci-dessous :

Pour la cartographie 2D	
Éditeurs	ArcGIS (Esri), Géo (Business Geografic), Geomap-Imagis. Dans une moindre mesure : Autocad Map 3D (Autodesk), Elyx (1Spatial), MapInfo (Pit-neyBowes), Bentley Map (Bentley), etc.
Open source	QGIS.
Catalogage	Isogeo, Géosource.
Pour la cartographie 3D	
Éditeurs	City Engine (Esri), Autocad Map 3D, Geomap-Imagis, Rhi-noTerrain/RhinoCity (RhinoTerrain), Bentley, Vianova, 1Spatial.
Éditeurs (modules métiers)	Geomensura (Geomedia), Covadis (Geomedia).
Open source	Au moins un plugin QGIS, mais ce n'est pas encore complètement opérationnel ni répandu.

Élément manquant pour le SIG 3D

Pour s'affranchir des BD de références de l'IGN, il manque au SIG 3D un véritable **socle de données 3D** :

- précises,
- bien documentées,
- mises à jour.

Cela permettrait de superposer des données fiables sur des supports cartographiques fiables.

Exemple de données fiables

Levés topos et nuages de points.

La mise en œuvre du futur PCRS (Plan corps de rues simplifié), prévu en 3D, devrait faire avancer le sujet.

CityGML

Générer du CityGML n'est pas facile, sauf si vous possédez un bon outil comme **Rhino terrain**.

6.3. Bulles 3 et 4 : voie ferrée et tunnels

Bulle 3 : voies ferrées

MINnD participe au groupe de travail MINnD4Rail de « Railenium », en charge du sujet des voies ferrées. Des résultats peuvent être discutés dans quelque temps.

Bulle 4 : tunnels

Sur le sujet des tunnels, des résultats commencent à arriver. C'est pourquoi nous notons le libellé en orange sur le schéma récapitulatif (Voir MINnD, UC8 Tunnel).

6.4. Bulle 6 : routes

<p>Usage</p> <p>Conception des routes</p> <p>Mise à jour du réseau routier</p> <p>Données de tracé de la route</p> <p>Exigences des départements français</p> <p>Usages de données par les exploitants</p>	<p>▼ Couverture de la chaîne de valeur</p> <p>Pour la conception des routes, presque toute la chaîne de valeur est couverte par une continuité numérique ou continuité des données. La chaîne de valeur est couverte :</p> <ul style="list-style-type: none"> • depuis l'amont (SIG) en préconception, • jusqu'au tracé/coupe en conception/construction. <p>▼ Utilisation d'outils 2.5D et 3D</p> <p>Les constructeurs travaillent depuis longtemps en 2,5 D puis 3D nativement dans les outils.</p> <p>▼ Modélisation 3D surfacique</p> <p>La modélisation 3D est surfacique et non volumique.</p> <p>Le réseau routier est mis à jour des 2 manières suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • IGN récupère les données dans les départements et les routes communales. • Open street map fait une cartographie routière collaborative. Il est un peu plus à jour que l'IGN. <p>Les données de tracé de la route ne sont pas stockées dans une BD à ce jour. Ces données seraient pourtant nécessaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> • pour la création d'un nouveau projet croisant l'ancien, • dans le cas de rétablissement. <p>Les données SIG 2D ne sont pas ou très peu utilisées en phase exécution des tracés routiers. Cela permettrait d'anticiper les risques de non-prise en compte de réseaux existants, gabarit routier, etc.</p> <p>Les départements français ont des exigences :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de livraison de la donnée, • de stockage de ces informations. <p>Ils ont principalement la vision exploitation. En effet, ils gèrent plusieurs milliers de kilomètres de routes/départementales.</p> <p>Les usages des données SIG et de tracés (vs topologie) sur les autoroutes par les exploitants sont aussi une source potentielle d'informations.</p>
<p>Interopérabilité, normes, IFC, etc.</p>	<p>IFC Road et IFC Alignment sont une base de travail pour faciliter l'interopérabilité. Elles ne sont pas opérationnelles pour l'instant.</p>
<p>Outils logiciels</p> <p>Gestion des couches de roulement au sein d'une cartographie 2D</p>	<p>3 applications métiers intègrent la gestion des couches de roulement au sein d'une cartographie 2D :</p> <ul style="list-style-type: none"> • GEOMAP. • IMAGIS. • BUSINESS GEOGRAPHIC.

6.5. Bulle 7 : fondations d'ouvrages, terrassements et géotechnique

Usage

Géologie en 3D

Pas de lien de retour

Terrassement

Géotechnique

L'usage de la géologie **pour la partie calcul** se fait essentiellement en 3D dans le cas de **vérification des tenues de l'ouvrage dans le sol** :

- descente de charge,
- tassement,
- séisme.

Il n'y a pas de lien retour vers le SIG de ces analyses ou calculs.

▼ Outils modélisation 3D

Les outils modélisation 3D pour le terrassement sont assez performants, mais :

- restent en surfacique sur des travaux spécifiques,
- n'intègrent pas les couches de terrain.

▼ Pilotage des engins de chantier de tracé routier

La plupart des engins de chantier de tracé routier sont pilotés **depuis les données numériques**. Ces engins sont les suivants :

- niveleuse,
- bulldozer,
- pelleteuse pour talus.

▼ Relevés terrain par scanner 3D

Les relevés terrain par scanner 3D sont de plus en plus présents. Cependant, ils sont peu ou mal utilisés dans la phase conception et exécution par manque de :

- préparation des données (caractérisation, nettoyage),
- connaissance/compétence.

▼ Relevés du sous-sol par cartographie 2D

La connaissance du sous-sol est importante pour qualifier les matériaux excavés.

Exemple

Les terres polluées.

La cartographie 2D prime pour le sous-sol :

- géologie,
- sondages,
- etc.
- géomorphologie,
- coupes de terrain,

▼ Réalisation de la cartographie géologique et géomorphologique

L'État charge le BRGM, à un horizon assez lointain de réaliser la cartographie géologique et géomorphologique en 3D, c'est-à-dire de transcrire les cartes actuelles de la 2D vers la 3D.

En attendant, des BD documentées de type SIG sont produites/utilisées. Ces informations peuvent éventuellement se « caler » sur un MNT inverse (Modèle numérique de terrain).

Exemple

Les nombreux sondages de sous-sol (carottages, etc.) produits pour les études préliminaires à la construction du groupe ne sont pas prévus pour être restitués en 3D.

▼ Stockage des informations

Nous possédons une grande quantité d'information. Cependant, cette dernière n'est pas stockée. **La MO devrait récupérer les données et les sondages géologiques, ce qui n'est pas le cas actuellement.**

Terrassement

▼ Lien entre sol, sous-sol et sursol

Le BRGM doit récupérer, stocker et gérer tous les sondages réalisés.

Actuellement, le lien n'est pas forcément opéré entre sol, sous-sol et sursol. Pour trouver des travaux sur ce type lien entre les modélisations, il faut explorer des travaux suisses et canadiens.

Outils logiciels

Logiciels utilisés

Les logiciels utilisés sont :

Éditeurs

EFRI, ARCEGIS, AUTOCAD map 3D, GEOMEDIA de la société Exagone, BIMEGIS, BENTLEY, VIANOVA.

Open source

GGIS, MapINFO.

Cartographie 2D géolocalisée

Il existe des cartographies en 2D géolocalisée. Elles ne sont **pas exploitables en BIM, sauf en modèle drapé**.

6.6. Bulle 8 : environnement naturel (MOS, bassin versant/écoulement des eaux)

Présentation

Ce paragraphe est à lire en complément du paragraphe traitant de la bulle 2 (environnement urbain BIM et SIG). Nous mettons ici en avant l'aspect hydrologie et hydrogéologie.

Mode d'occupation des sols

Le MOS est de la donnée purement 2D et SIG. Le résultat est en 2D et il se produit à partir :

- d'images satellites,
- d'orthophoto plan et temporel.

Cette couche d'analyse devient une couche des SIG. On peut la qualifier de référentielle comme le cadastre.

Bassin versant et écoulement des eaux

Le bassin versant n'a de sens qu'en 3D. Dans un tracé routier on :

- effectue une étude hydrologique et imperméabilisation des sols,
- regarde la végétation pour qualifier la faculté d'absorption des sols,
- dessine la ligne majeure d'écoulement.

Outils logiciels

Regroupement de logiciels

On regroupe les modèles numériques de surface en 2D et en 3D et tous les logiciels métiers. Ces logiciels :

- sont capables de modéliser de la 3D,
- vont de plus en plus vers l'import-export :
 - de STEP, - bientôt d'IFC sans lien, sans attribut
 - du surfacique, - landxml.

Logiciels utilisés

Les logiciels utilisés sont

Modèles numériques de surface en 2D et en 3D

Autodesk, Arcegis, EFRI, CITY ENGINE, infra Works.

Logiciels métiers

Géomédia, Quovadis, Geomensura, civil 3D de Autodesk.

Ces logiciels :

- alimentent la BD commune,
- sortent donc les données à un format réutilisable par les autres logiciels routiers.

6.7. Bulle 9 : ponts

Conception et exploitation

La partie calculs dans le phasage de construction est importante, c'est le savoir-faire de l'entreprise. Il existe des outils métiers développés en interne chez tous les constructeurs. Nous essayons de les intégrer dans :

- une continuité numérique,
- le BIM.

Ces derniers sont des calculs aux éléments finis, mais pas de logiciels spécifiques pour les ponts.

Modélisation 3D

La modélisation 3D est réalisée uniquement en volume générique non typée. Chaque objet est typé par le nom attribué. La relation entre les objets relève du savoir-faire du concepteur.

Nous possédons des outils de modélisation 3D.

Modèles de calcul internes à l'entreprise

Nous adoptons des outils de calcul. Ces derniers sont des calculs aux éléments finis. Toutes les grandes entreprises développent leurs propres modèles de calcul de pont.

Surcouche de développement

Même si les éditeurs font des propositions, les entreprises du BTP effectuent une **surcouche de développement**. En effet, de nombreux calculs intermédiaires sont préjudiciables dans la partie de phasage de construction pendant la construction.

Exemple

Pour la stabilité de l'ouvrage en phase de construction.

Calcul phasé

Les entreprises effectuent un calcul phasé. Cela relève du savoir-faire de l'entreprise. Les codes de calculs ne sont pas simples à mettre en œuvre à cause des :

- Petits et grands déplacements.
- Modifications thermiques.

Développement de passerelles pour relier Autocad

Les entreprises développent des passerelles qui permettent d'avoir des liens avec Autocad. Ainsi, si on fait le câblage de la pré contrainte, l'étape suivante est de faire l'intégration des codes de calcul dans des ouvrages en mode réel et en 3D.

Nous nous assurons que ces logiciels métier soient des modules qui s'intègrent dans les plateformes.

Normes, standards, IFC

L'IFC bridge est aujourd'hui à l'étape de définition (typologie des objets). Il apporte :

- une structuration de la donnée,
- un standard pour l'interopérabilité.

Outils logiciels	<p>Une gamme d'outils et les standards IFC Bridge commencent à émerger. Cependant, nous pouvons difficilement parler d'outil spécifique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • en modélisation, • en calculs.
Avantages du logiciel Tekla	<p>Tekla permet de faire certaines modélisations :</p> <ul style="list-style-type: none"> • principalement en métal, • sans précontrainte, • sans phasage.
Gamme d'outils Logiciels utilisés	<p>On dispose d'un début de gamme d'outils. Cependant, cette gamme est incomplète. Tous les logiciels de modélisation volumique 3D sont adaptés. Les logiciels les plus utilisés sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inventor, • Solid Works, • Catia, • Autocad.
Restriction métier	<p>Ces logiciels sont utilisés avec des restrictions métiers.</p>
Exemples	
<p>Sur Inventor, l'utilisateur peut faire de la 3D. Cependant, l'outil ne lui permet pas de savoir à quel endroit du profil linéaire on se situe.</p>	
<p>Dassault Systems s'oriente vers différents modules autour de Catia pour faire la modélisation, les données SIG, la modélisation du linéaire, etc.</p>	
Attentes des utilisateurs	<p>Les utilisateurs attendent un exemple de travail sur la convergence.</p>

6.8. Bulle 10 : développement durable — faune, flore et acoustique

Commentaire	<p>Se reporter aux travaux du groupe de travail UC6 de MINnD.</p>
--------------------	---