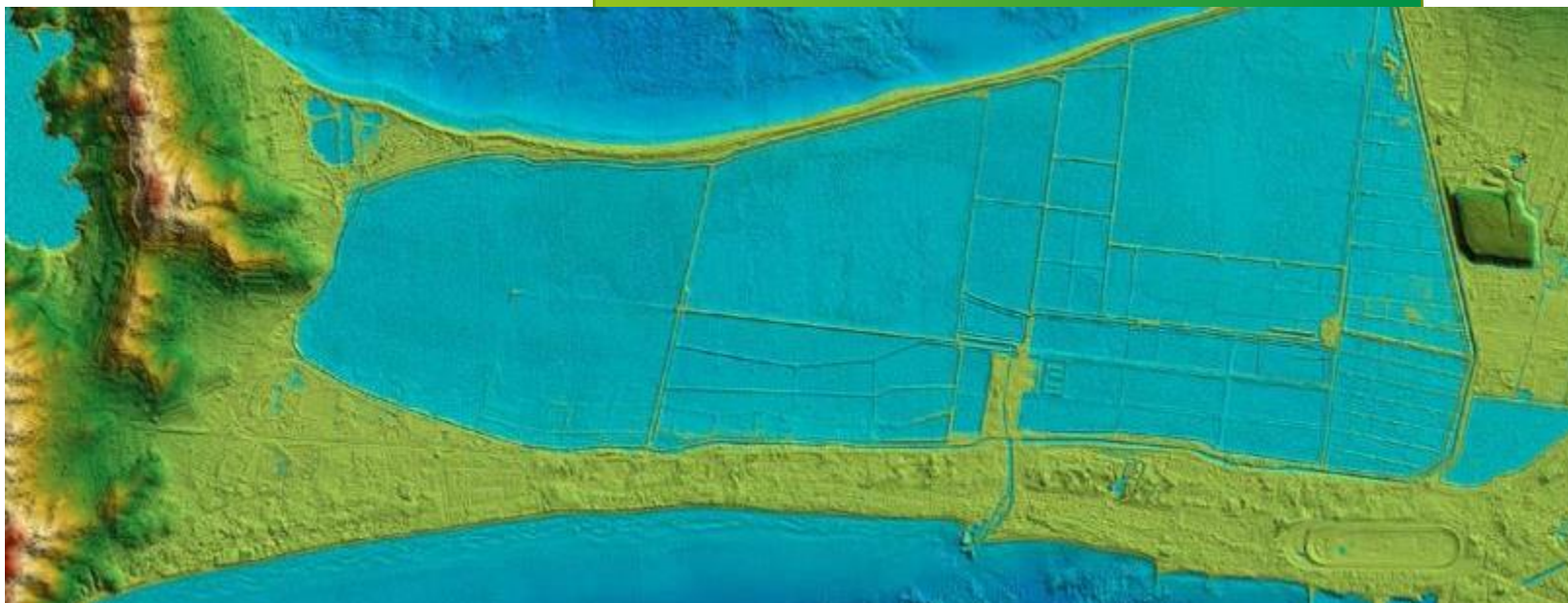




INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

NORMALISATION DES DONNÉES 3D

CityGML et retours d'expérience



Modèle TN-02.018-1.6

Dimitri.Sarafinof@ign.fr

Emmanuel.Devys@ign.fr

Dominique.laurent@ign.fr

11 avril 2018

© IGN-SHOM



PLAN DE LA PRÉSENTATION

Présentation générale de CityGML (15 min à 20 min)

- 📍 A un niveau général, qu'est-ce ? (et origine)
- 📍 Contenu et concepts principaux
- 📍 Données (3D cities)
- 📍 Mise en œuvre : outils, exemples en ligne, exploitation

Retours d'expérience OGC Future Cities Pilot (10 à 15 min)

- 📍 Résultats FCP1, les apports
- 📍 Présentation FCP2, les enjeux (avec appel à intérêt, financement, données)



PRÉSENTATION GÉNÉRALE

CityGML en bref



CITYGML...LES ORIGINES

Un peu d'histoire

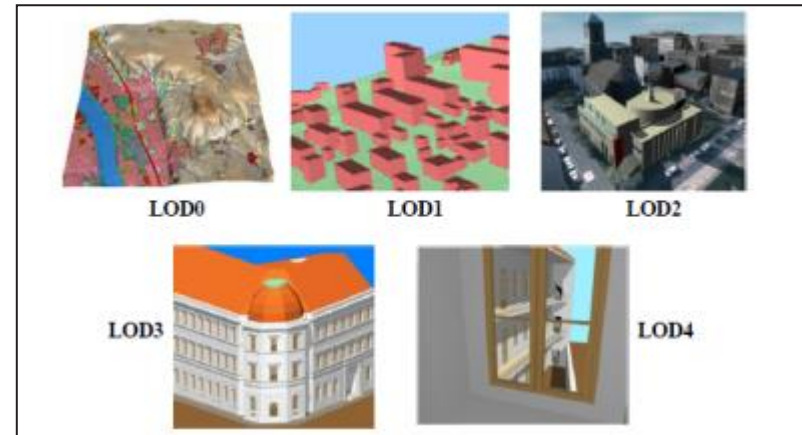
📍 La version 1.0 – OGC 08-007r1

- Développé à l'origine par le SIG3D (Allemagne)
- Adopté par l'OGC: (août 2008)
OGC : Open Geospatial Consortium

📍 La version 2.0 – OGC 12-019

- Adoptée par l'OGC (mars 2012)
- Principales évolutions et utilisations
 - Usage étendu du LOD 0 (e.g. emprises des bâtiments)
 - Ajout ponts et tunnels
 - Base pour INSPIRE Building

• <http://www.opengeospatial.org/standards/citygml>



Les niveaux de détail de
CityGML

LOD: Level of Detail

CITYGML...C'EST QUOI ?

Un modèle de données

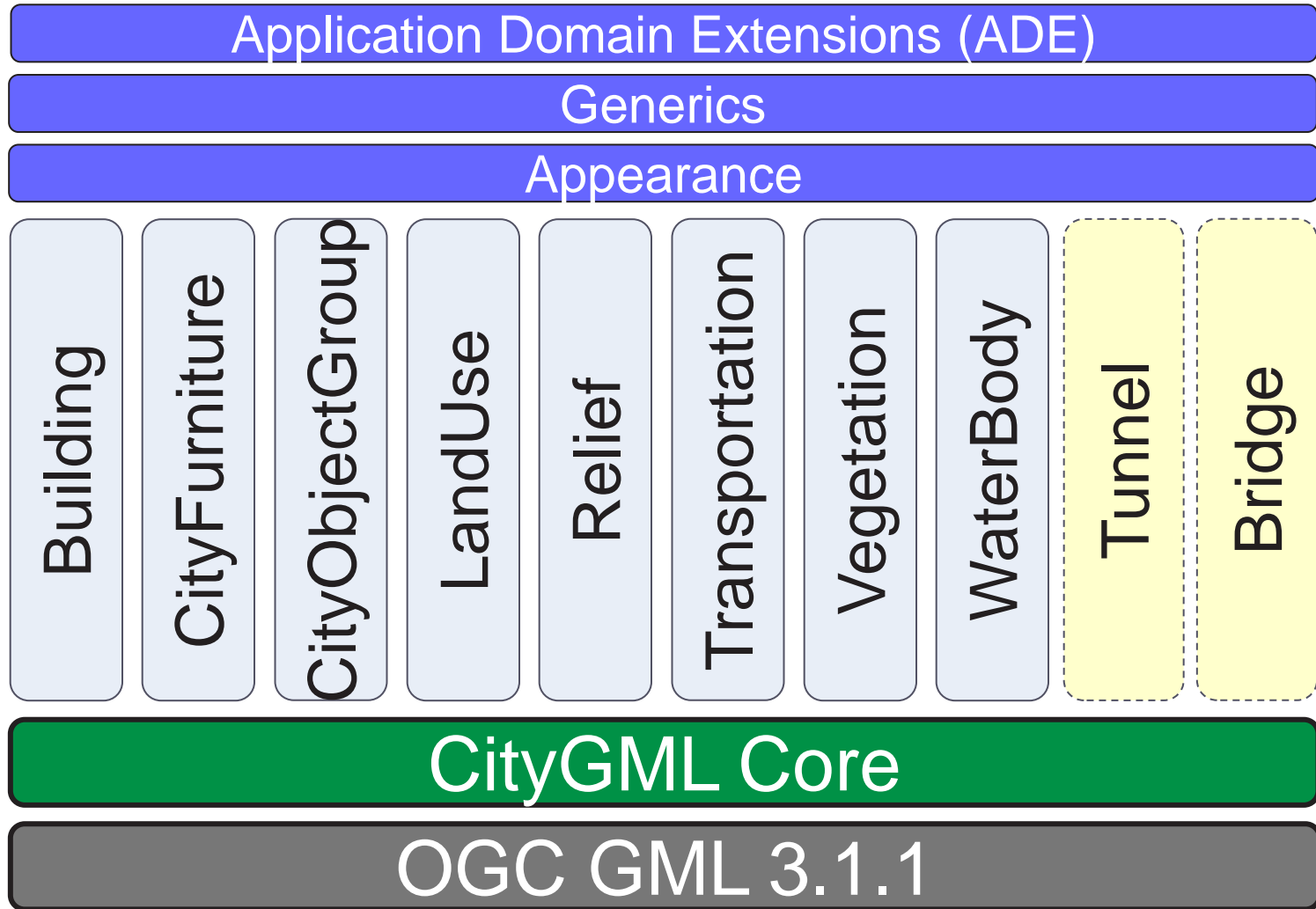
- 📍 Bâtiments (y compris ponts et tunnels), voirie, végétation, cours d'eau, ...
- 📍 Attributs sémantiques, attribut géométriques

Un format de données en GML3.1

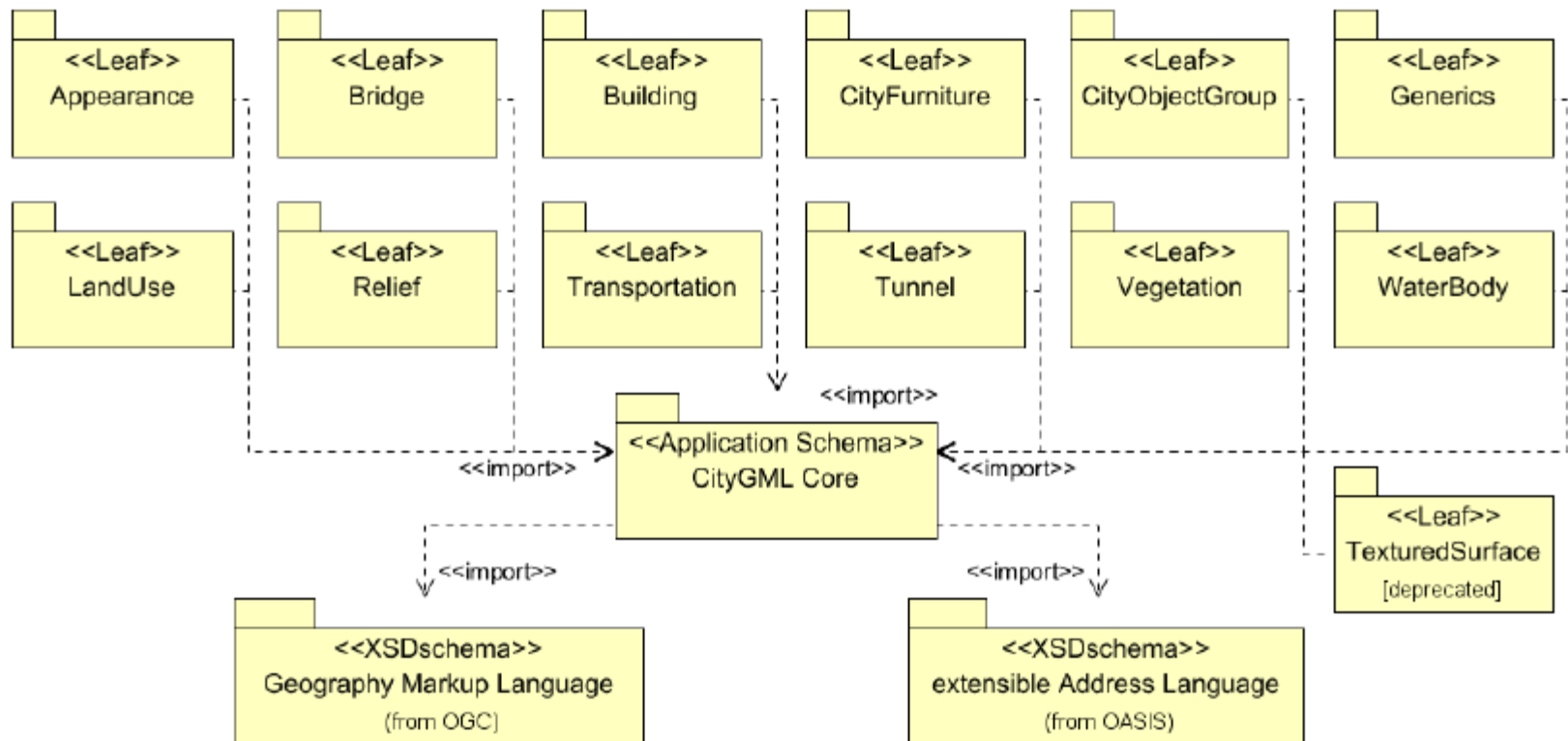
- 📍 Des schémas de données GML publiés permettant de vérifier la structure et une partie du contenu de données
- 📍 <http://schemas.opengis.net/citygml/>

=> Un format d'échange pour les données 3D urbaines

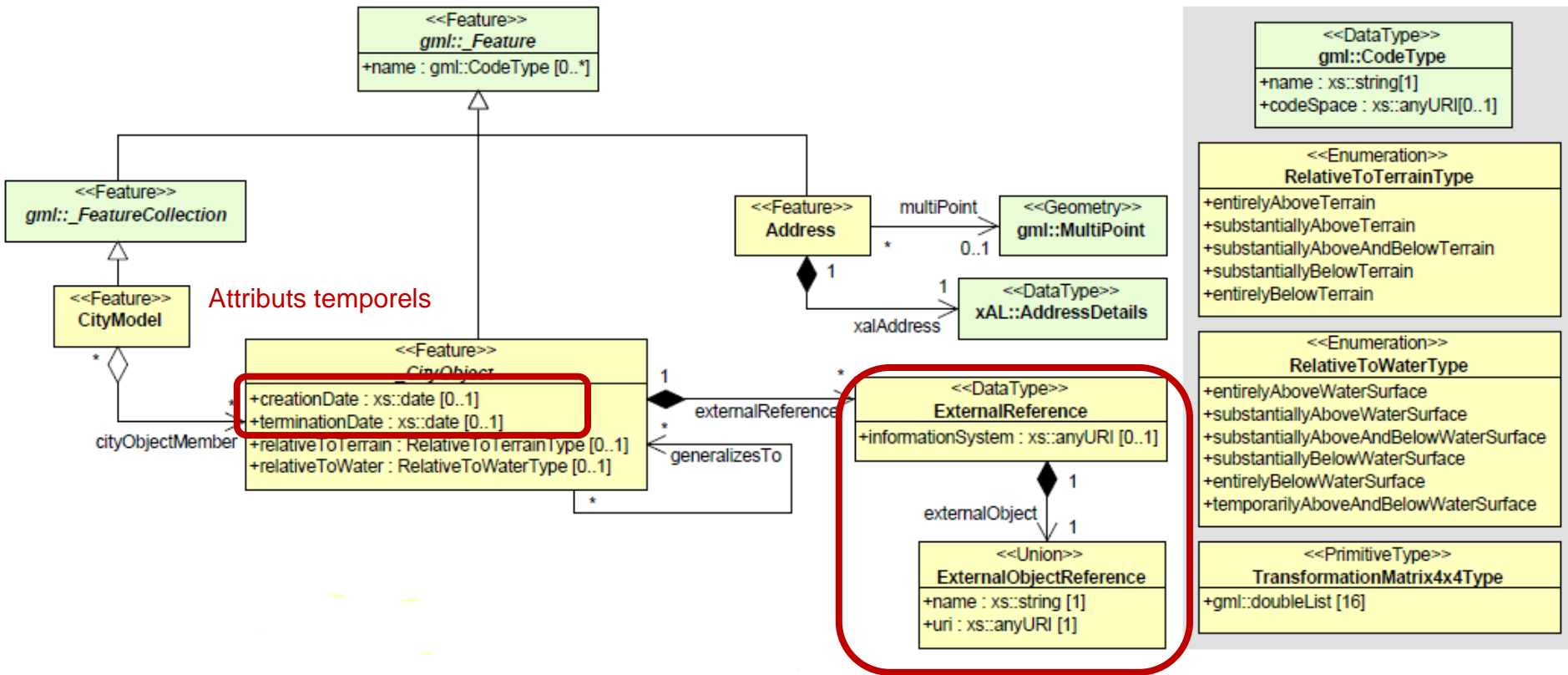
CITYGML: MODÉLISATION THÉMATIQUE ET MODULAIRE



MODÉLISATION THÉMATIQUE: PAQUETAGES



CITYGML CORE

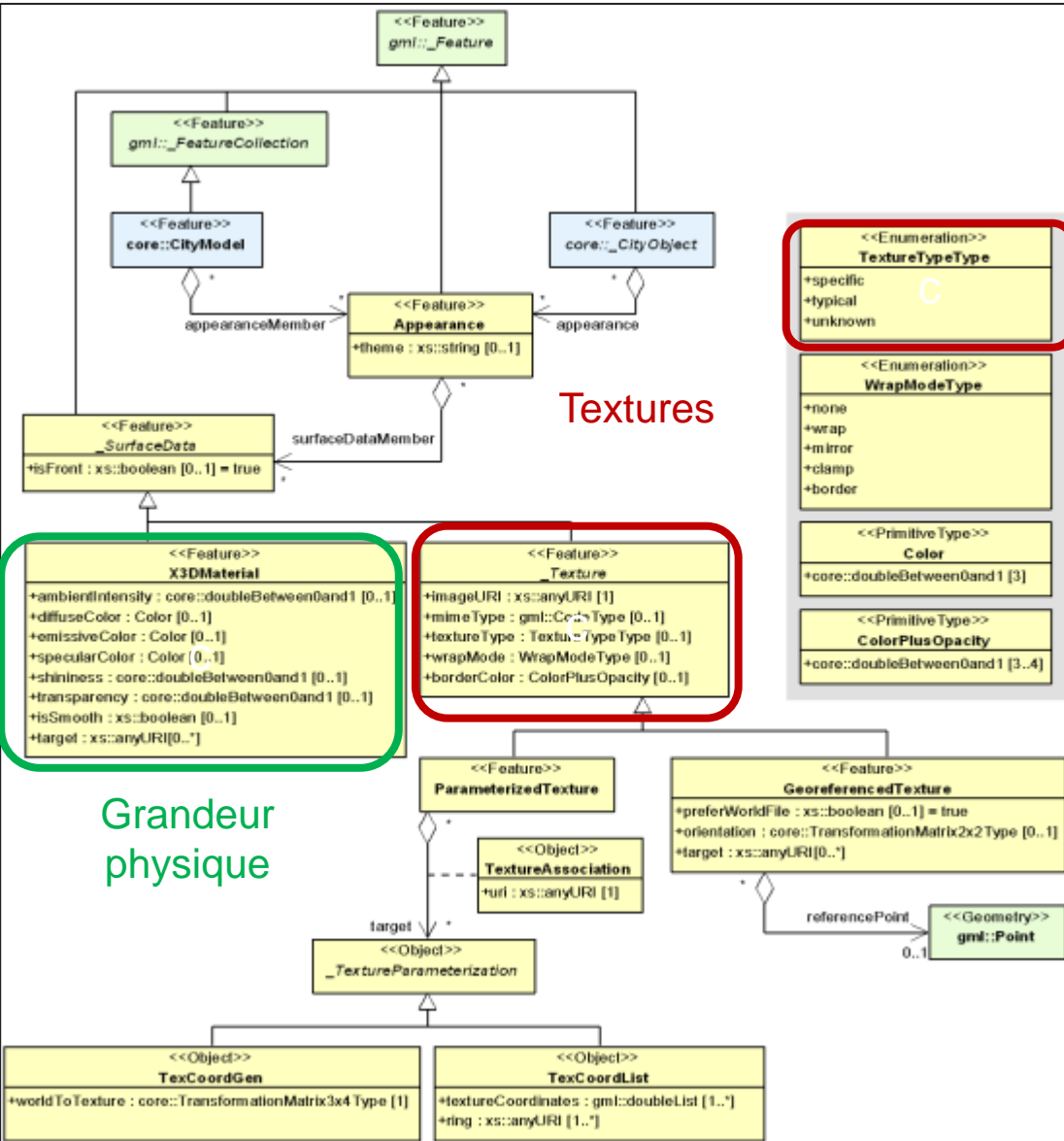


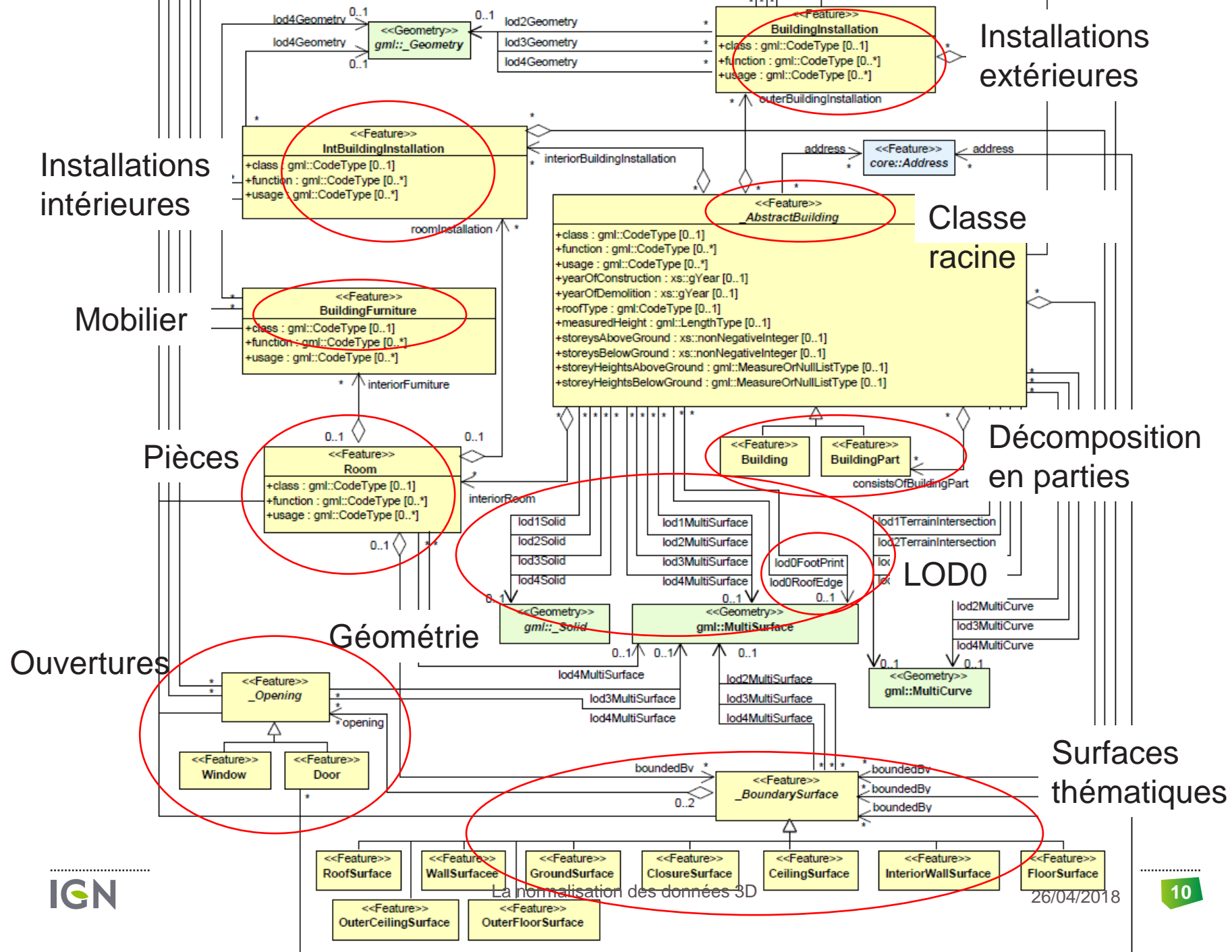
Attributs temporels

Possibilité de référencer des objets externes

APPARENCE - TEXTURES

- Maquette « blanche »
- Textures prototypées
 - à partir de bibliothèques d'images
- Textures réelles
 - À partir des images des toits et des murs
- Grandeurs physiques
 - Ex: thermographie





Installations extérieures

Installations intérieures

Mobilier

Pièces

Classe racine

Décomposition en parties

LOD0

Géométrie

Ouvertures

Surfaces thématiques

CITYGML : QUELQUES CONCEPTS CLEF

Les niveaux de détails (Level Of Detail - LOD)

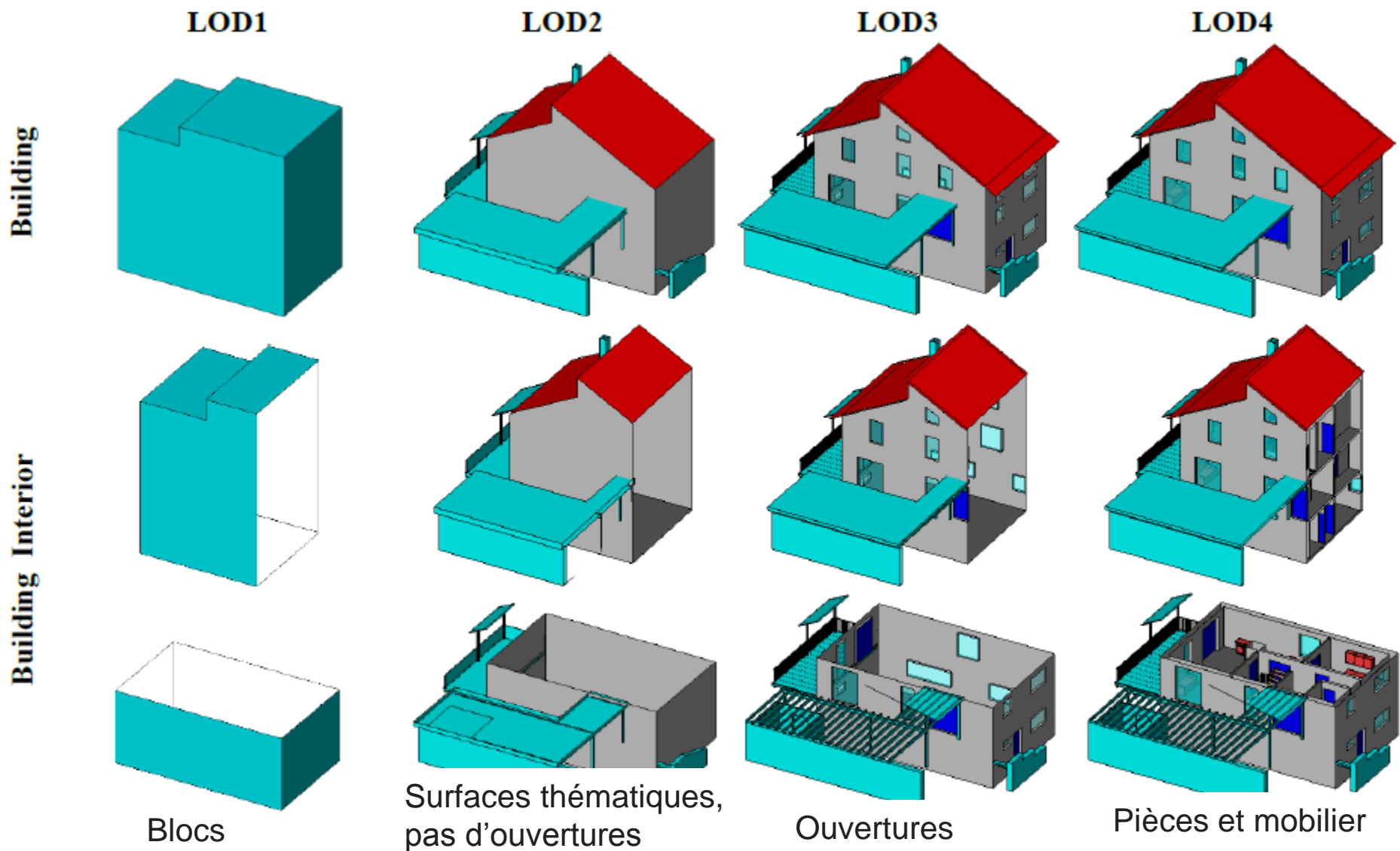
Les représentations implicites / prototypes (Objets répétitifs)

Des mécanismes d'extensions :

 ADE

 Generics

DE LOD1 À LOD4



NIVEAU DE DÉTAIL : MULTI-ÉCHELLE : SÉMANTIQUE ET GÉOMÉTRIQUE

Geometric / semantic theme	Property type	LOD0	LOD1	LOD2	LOD3	LOD4
Building footprint and roof edge	<i>gml:MultiSurfaceType</i>	•				
Volume part of the building shell	<i>gml:SolidType</i>		•	•	•	•
Surface part of the building shell	<i>gml:MultiSurfaceType</i>		•	•	•	•
Terrain intersection curve	<i>gml:MultiCurveType</i>		•	•	•	•
Curve part of the building shell	<i>gml:MultiCurveType</i>			•	•	•
Building parts	<i>BuildingPartType</i>		•	•	•	•
Boundary surfaces (chapter 10.3.3)	<i>AbstractBoundarySurfaceType</i>			•	•	•
Outer building installations (chapter 10.3.2)	<i>BuildingInstallationType</i>			•	•	•
Openings (chapter 10.3.4)	<i>AbstractOpeningType</i>				•	•
Rooms (chapter 10.3.5)	<i>RoomType</i>					•
Interior building installations (chapter 10.3.5)	<i>IntBuildingInstallationType</i>					•

Note : divers thèmes / objets peuvent être à des **LODs distincts** : par exemple ponts et voirie en LOD1, bâtiments en LOD2, bâtiments d'intérêt spécifique en LOD3 (modèle architecture extérieur)

MECANISME D'EXTENSIONS

ADE: Application Domain Extension

Extension du modèle sous la forme de nouveaux attributs et de nouvelles classes

📍 **Formalisation dans un schéma XML**

Les logiciels qui ne supportent pas les extensions peuvent les ignorer et ne lire que les classes et attributs du modèle standard

Plusieurs ADEs peuvent être définies et utilisées dans les instances (modularisation)

📍 **Chacune a son propre espace de nommage**

Les ADE d'intérêt général peuvent ensuite être intégrées au standard

Principales ADEs

📍 **Noise Simulation**

📍 **Energy**

📍 **Solar simulation**

📍 **Utility Networks**

📍 **Dynamizer (connexion de données dynamiques / capteurs connectés / statistiques à un modèle urbain statique)**

Generics

- utilisation de la notion d'objets et d'attributs génériques

- on garde le même schéma CityGML

=> mécanisme très souple ... mais peu interopérable

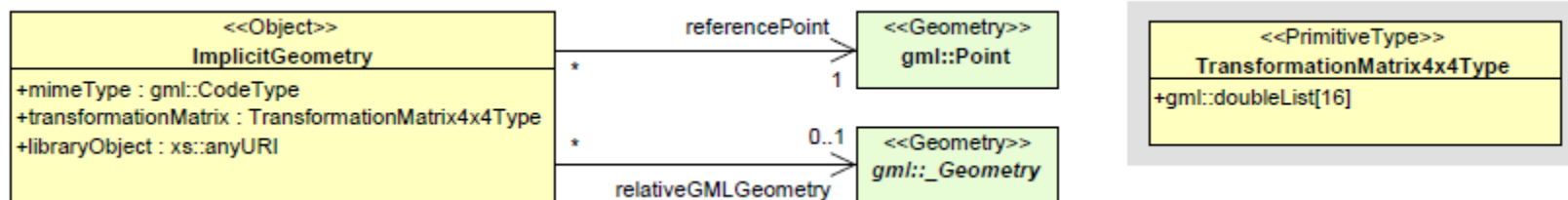
REPRÉSENTATIONS IMPLICITES / PROTOTYPES

Prototypes : objets de forme identique / homologue présents de manière récurrente dans le modèle :

- arbres, mobilier urbain
- portes, fenêtres

Géométrie implicite : géométrie prototypique pouvant être stockée dans un fichier externe (non CityGML, p.e. Collada, X3D)

- **Identification d'objet par URI (prototype dans bibliothèque d'objets)**
- **référencement par ReferencePoint (AnchorPoint) + relative Geometry (optionnelle)**
- **TransformationMatrix : translation + rotation + facteur d'échelle**



CITYGML : LES DONNÉES DISPONIBLES

En Europe

📍 Exemple des villes allemandes (LOD2): Berlin, Karlsruhe, Munich, Hambourg, Dresde...

📍 Aux Pays-Bas (LOD2)

• **Technical Specifications for the Construction of 3D IMGeo-CityGML**

• Rotterdam, Rotterdam, Delft, La Hague ...

<https://www.europeandataportal.eu/data/en/dataset/3d-model-den-haag> (La Hague, sur European data portal)

📍 Ailleurs en Europe : Helsinki (<https://kartta.hel.fi/3d/>) + Vienne, Linz (en CityGML 1.0)

📍 Liens + captures d'écran Cf. <https://www.citygml.org/3dcities/>

Ailleurs ?

📍 New York City (LOD1) <http://cesiumjs.org/NewYork/>

📍 Singapour : 3DEXPERIENCE® City - Virtual Singapore (Dassault Systèmes)

En France

📍 Le Grand Lyon

Métropole de Rennes, Strasbourg

Ville de Paris (projet de maquette 3D)



CITYGML et standards 3D d'accès, représentation, streaming

Accès / Requête WFS 2.0

📍 Résultat GML/CityGML (ou autre format) sur zone d'intérêt + critères de recherche

Représentation: 3DP (3D Portrayal) = WVS (View) + W3DS services

📍 GetResourceById

📍 **GetView service** (selon zone (boundingBox), offset, viewpoint, LoD, format) : **résultat image** (JPEG ou PNG) => visualisation par humain / exploitation visualisateur ou client léger (rendering)

📍 **GetScene service** (selon zone (boundingBox), offset, viewpoint, LoD, format) : **résultat vecteur** X3D, KML ou VRML => exploitation client léger (rendering)

📍 Evaluation de mise en œuvre avec 3D-Tiles et I3S (ESRI)

« Community » standards 3D OGC (spécifications ouvertes soumises / approuvées par OGC)

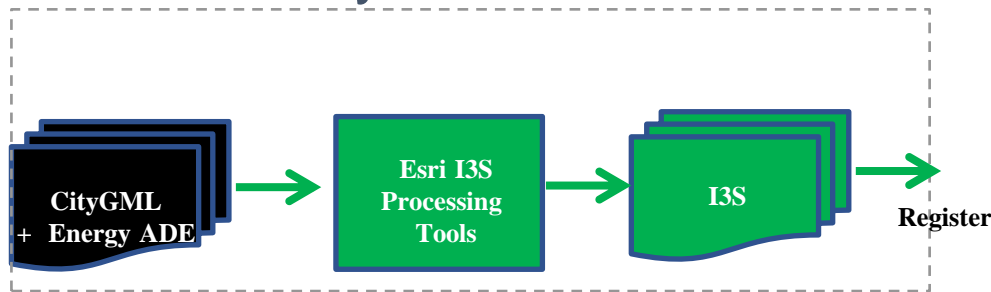
📍 I3S (API publique ESRI)

📍 3D-Tiles (utilisé notamment par Cesium) – processus en cours

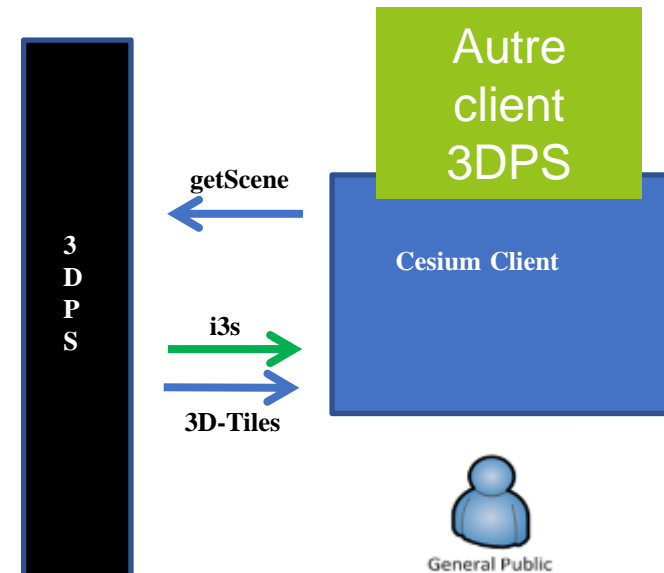
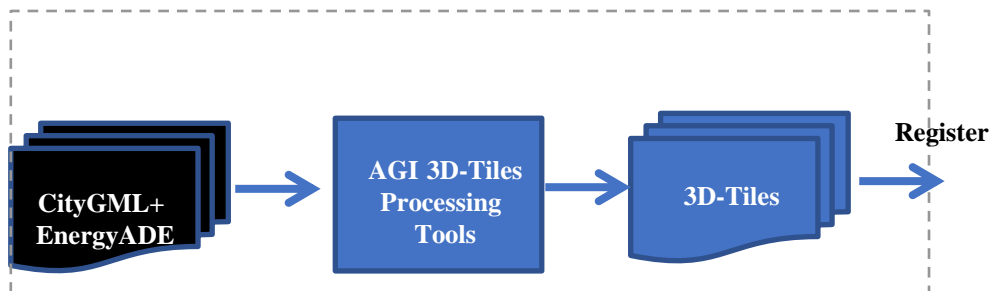
• <https://github.com/AnalyticalGraphicsInc/3d-tiles> (version draft)

3DPS - Interopérabilité 3D-TILES, I3S et 3DPS

- Résumé du TESTBED 13 et attendu de l'évolution 3DPS
- Workflow City A



- Workflow City B



- extensions proposées pour 3DPS 1.1
- Cf. présentation OGC

Les services 3DP peuvent servir d'interface d'accès à la fois à 3D-Tiles (AGI/CESIUM) et I3S (ESRI) – Evaluation dans le cadre du testbed 13 de l'OGC

CITYGML : OUTILS/LOGICIELS (hors clients web p.e Cesium)

Nom	Catégorie	Fonctionnalités	Licence	Commentaire	Référence / Source
3DCityDB	SGBD 3D	Import/export CityGML, export KML, Collada, glTF Avec globe virtuel Cesium	Opensource (Apache)	sur base PosgreSQL / POSTGIS 2.0 ou Oracle largement utilisé dans les projets/demos (ex. NYC...)	http://www.3dcitydb.org TU Munich
CityServer	SGBD 3D	Import/export/agrégation de données + import/export DXF/DWG, KML, X3D, ESRI TIN/Grid	Opensource (à clarifier)	attention CityGML 1.0 pas CityGML 2.0 ! (à ce jour)	http://www.cityserver3d.de/en/Fraunhofer
BIMserver	SGBD 3D	Support IFC, COBie, Collada, CityGML (import)	Opensource (GNU Affero GPL v3)	Origine NL : TNO + Eindhoven University of Technology	http://bimserver.org/wiki.bimserver.org
Oracle Spatial 11g	SGBD 3D	CityGML loader, import/Export	commerciale		
FZK	Visualisation et analyse	Lecture, Visualisation, analyse IFC + CityGML + LandXML	Opensource	Développé par Karlsruhe Institute of Technology (KIT)	https://www.iai.kit.edu/1302.php KIT
eveBIM v2	Visualisation et analyse	Lecture, Visualisation, édition, écriture IFC + CityGML	Viewer gratuit		http://www.evebim.fr/ CSTB
FME	ETL + Visu	Lecture, Ecriture + Viewer	commerciale		https://www.safe.com SAFE

CITYGML : OUTILS/LOGICIELS (hors clients web p.e Cesium)

Nom	Catégorie	Fonctionnalités	Licence	Commentaire	Référence / Source
CityEngine	Plateforme 3D	Import/export CityGML, export KML, WebGL ...	commerciale	Support Geodatabase, SHP, intégration ArcGIS ...	www.esri.com/software/cityengine ESRI
VirtualCity DataBase, Map, Publisher	Suite d'outils BD, Map, Entrepos, Publisher	Import/export/agrégation de données + import/export DXF/DWG, KML, X3D, ESRI TIN/Grid	commerciale		http://www.virtualcitysystems.de/en/VirtualCitySystemsGmbH
RhinoCity	Suite d'outils Rhinoceros	Import/export/production CityGML	commerciale	RhinoCity, plugin pour Rhinoceros	https://www.rhinoterrain.com/fr/rhinocity-3.html RhinoTerrain
citygml4j	API Java	Lecture/écriture + traitement	Opensource (Apache)	Développé par VirtualCity Systems + parsing / écriture CityJSON (TU Delft) depuis version 2.6	https://github.com/citygml4j/citygml4j
Outils LIRIS - CNRS - MEPP + 3DUSE	API + Client lourd		(licence LGPL),	Basé sur QT (SIG open source)	https://github.com/MEPP-team https://github.com/MEPP-team/3DUSE

•Autres outils open source d'intérêt

- Validation (CityGML): **Vali3Dity** (TU Delft) <https://github.com/tudelft3d/val3dity>
- Données SIG 2D => CityGML: **3Dfier** (TU Delft) <https://github.com/tudelft3d/3dfier>



MISE EN ŒUVRE, USAGES DE MODÈLES 3D SÉMANTISÉS

Quelques exemples en ligne

Berlin 3D download portal (VCS)

<http://www.businesslocationcenter.de/berlin3d-downloadportal/?lang=en>

New York

Cesium : <https://cesiumjs.org/NewYork> (sémantique pauvre)

TU Munich: Download LOD0/1/2 <http://www.gis.bgu.tum.de/en/projects/new-york-city-3d/>

Démo (1min51) <https://youtu.be/IMdh8q5hrVs>

Helsinki (VirtualCityMap + Cesium)

<https://kartta.hel.fi/3d/>

Quelques usages : représentation / intégration de données urbaines, simulations, aide à la décision

📍 Projets d'urbanisme

📍 Simulations environnementales, sécurité civile, ...

énergie, potentiel solaire, simulation acoustique, pollution ...

📍 Projets ingénierie, construction, gestionnaire de réseau (télécom, réseaux eau, électricité, gaz)

📍 Exploitation « systémique » / fusion de données urbaines : données sanitaires, statistiques, ...



RETOURS D'EXPÉRIENCE

OGC Futures Cities Pilot



FUTURE CITY PILOT (FCP), PHASE 1: GeoBIM, SMART CITIES (VILLES INTELLIGENTES ET DURABLES)

But: Accélérer les processus de standardisation, sur la base des besoins

Dispositions d'interopérabilité du pilote pour les domaines Geo et BIM

- **Domaine information géographique:**
 - Organisme : OGC
 - Standard : CityGML
- **Domaine construction immobilière**
 - Organisme : Building SMART
 - Standards :
 - BIM: Building Information Model
 - IFC: Industry Foundation Class (pour les bâtiments)

Sponsors du pilote

- Ordnance Survey Great Britain
- **Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN) France**
- virtualcitySYSTEMS GmbH Berlin
- Sant Cugat del Vallès (Barcelona), Spain

FUTURE CITY PILOT (FCP), PHASE 1: GeoBIM, SMART CITIES

Intérêt du GéoBIM (exemples)

- **Projet de nouveau bâtiment => l'insérer dans son contexte géographique**



- **Mise à jour de données 3D sur la ville à l'aide de la maquette BIM des nouveaux bâtiments**



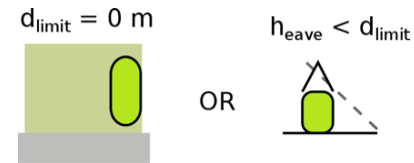
LES SCÉNARIOS / USE CASES

Besoin de mise à jour des modèles urbains

- Les modèles statiques de la ville 3D sont «faciles» à créer (« one shot »)
- Le maintien d'un modèle urbain est plus difficile

Besoin de validation de nouveaux composants du modèle

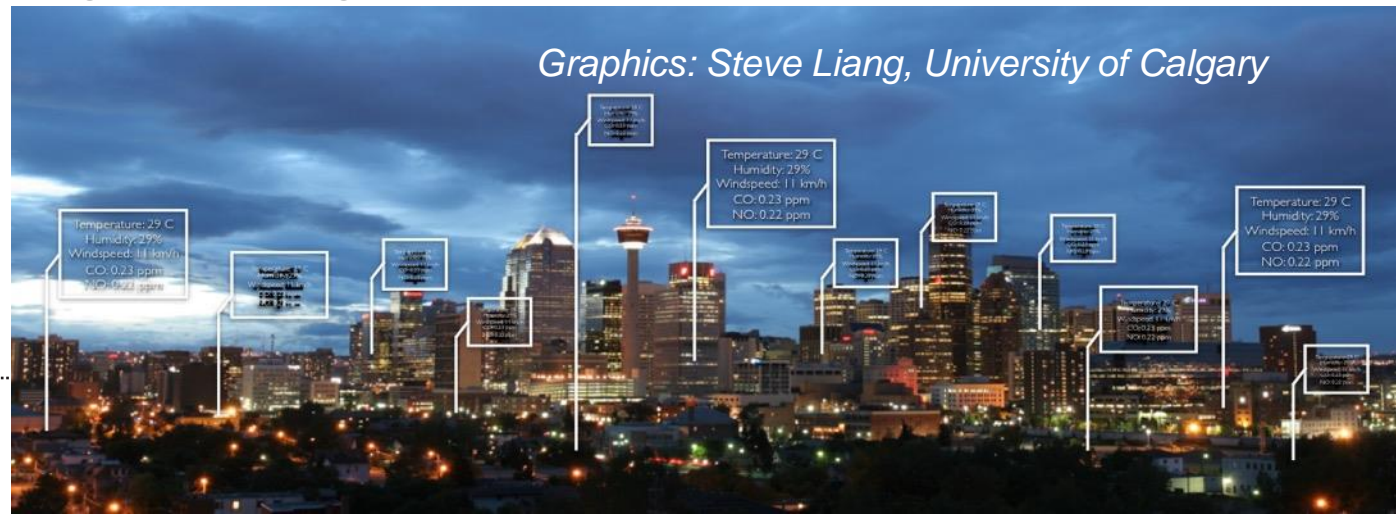
- Validation du modèle (p.ex. règles d'urbanisme)
- Connexion avec des données temporelles (p.ex. TimeSeriesML)



Graphique: IGN

Il faut pouvoir associer des données dynamiques

- Inondation, potentiel solaire / irradiation ...
- Capteurs connectés, IoT (e.g SensorThings)



SCENARIO 1: GEOBIM / URBANISME ET UTILISATION DE MODÈLES BIM IFC ET CITYGML

Phase 1 : constituer le référentiel 3D en combinant diverses données.
Vérifier la cohérence du référentiel obtenu

- Données 3D
 - Bâtiments en CityGML
 - conforme au profil IGN REF3DNAT LOD1/2/3
- Données de référence :
 - Parcelles
 - Routes (BD Topo)
 - MNT
 - Ortho-image



SCENARIO 1: GEOBIM / URBANISME ET UTILISATION DE MODÈLES BIM IFC ET CITYGML



Phase 2 : intégrer un nouveau bâtiment à partir d'une maquette BIM

- Entrée:
 - Maquette BIM de l'architecte contracté par la Ville
 - Fourniture d'un fichier IFC (IFC2x3)
 - maquette **BIM d'Or 2014** (cabinet Menier)
 - phase avant-projet sommaire – permis de construire (niveau de développement 2)
- Processus
 - **Etape1 : inspection de la maquette BIM (IFC) d'entrée et édition pour corriger les erreurs (**
 - **Besoin de Géoréférence (information fournie par IGN)**
 - **Problèmes de sémantique (ex: erreurs sur UoM) et de topologie (toits pas toujours définis)**
 - **Etape 2 : conversion vers CityGML: en LOD4 (exigence Cahier des Charges en LOD3/4)**
 - **Utilisation des services web OGC WFS, WPS (Cloud Computing) pour la validation de la maquette et la transformation IFC/CityGML**

Sorties

- Maquette de projet BIM convertie en CityGML



SCENARIO 1: GEOBIM / URBANISME ET UTILISATION DE MODÈLES BIM IFC ET CITYGML

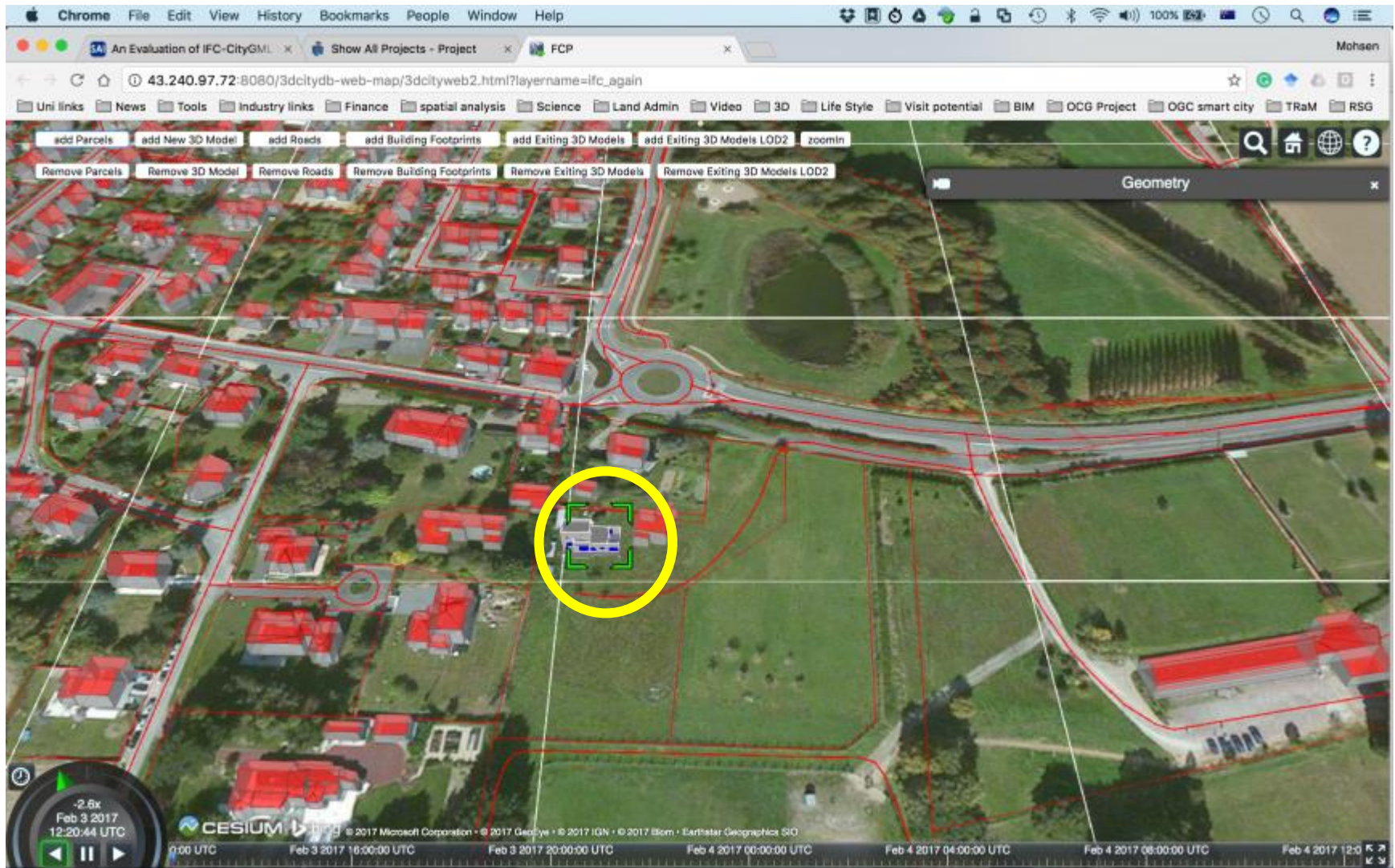
Phase 3 : contrôle des règles d'urbanisme :

- règles simples
 - hauteur,
 - occupation du sol / emprise au sol maximale,
 - Recul % voie publique
- basé sur WPS

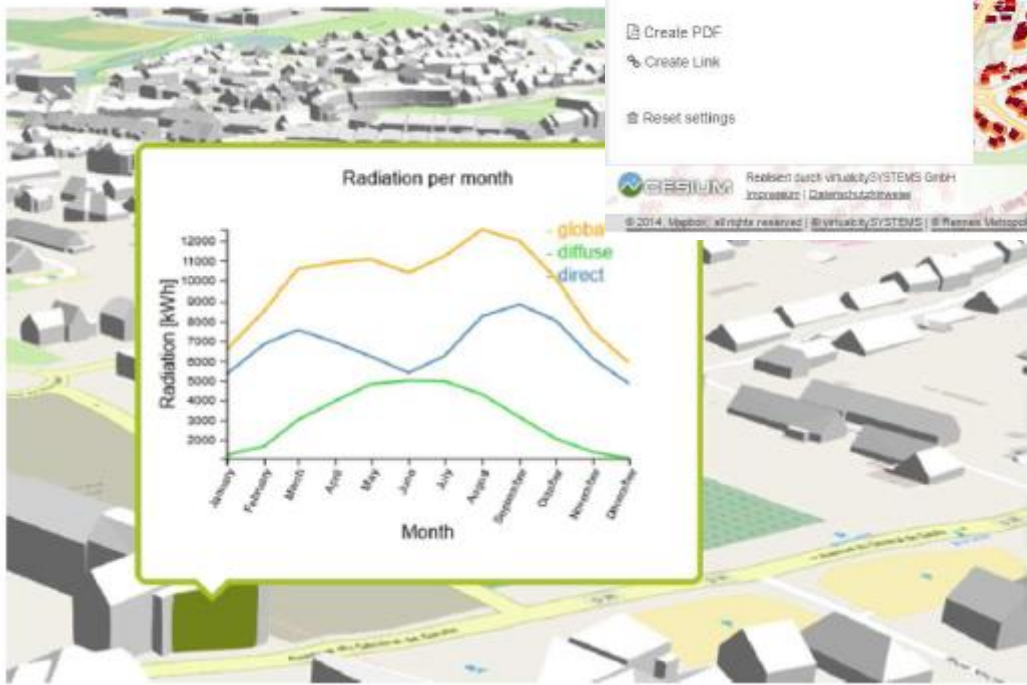
Phase 4 : représentation globale avec le serveur SIG3D / Cesium

- maquette BIM (convertie), modèle urbain, Parcelles, Voirie

COMPOSANT DE VISUALISATION 3D



SCÉNARIO 2 : MODÉLISATION + VISUALISATION DU POTENTIEL SOLAIRE DES TOITS ET FAÇADES



SCENARIO 3 : INONDATION

Disponibilité de logiciels de simulation des caractéristiques d'écoulement d'eau en temps réel dans l'espace / temps à des résolutions multiples (espacement de grille de cm à km)

- Traditionnellement développés en sciences et R&D pour les tâches d'ingénierie / expertises (EDF)
- principalement autour des rivières dans les zones rurales où peu de bâtiments sont situés (<https://youtu.be/9a2Mv09IALw>)
- Maintenant, les modèles peuvent faire des simulations de toute la ville (<https://youtu.be/3hDXBY9ZTrU>).
- La ville contient la plupart des actifs à risque => une demande élevée de modélisation facile à mettre en œuvre pour l'assistance en cas de catastrophe (inondation) et la ré-analyse
- Beaucoup de codes logiciels différents orientés vers l'architecture d'ordinateur (Cloud, GPU, architectures CPU dédiées: Xeon Phi)

Tous les codes / modèles utilisent des versions des mêmes équations hydrodynamiques et sont généralement des sorties informatiques (profondeurs d'eau, niveau, vitesse) de deux manières:

- raster/grilles régulières
- Réseaux discrets / irréguliers (nodes/points)

SCÉNARIO 3 : INONDATION



SCENARIO 4 : HUMIDITÉ

Contexte:

- Étude d'insalubrité dans du logement social
- Zone: Greenwich

Processus

- Installation de capteurs d'humidité
- Exploitation des données dynamiques combinées à la maquette 3D
- Utilisation des standards OGC
 - **SOS: Sensor Observation Service**
 - **TJS: Table Joining Service**

RÉSULTATS : SYNTHÈSE

Geo & BIM en action dans un environnement interopérable basé sur des standards ouverts

- Validation de Modèles, Capteurs et modèles urbains 3D, modèles urbains 3D pour simulation / modélisation d'inondation / potentiel solaire
- Conversion IFC – CityGML
- WFS pour servir CityGML ainsi que des requêtes sur données IFC (faisabilité évaluée)
- Utilisation de BD 3D urbaine
- Utilisation de WPS pour la conversion IFC/CityGML et la validation de modèles (règles d'urbanisme)

Rapport Engineering Reports

- Détaillés et Techniques. Pour le cas d'usage 1:
 - D2: OGC 16-097: Using IFC/CityGML in Urban Planning Engineering Report
 - D6: OGC 16-099: Urban Planning Using Web Processing Service Engineering Report

Demonstration Video

- Vidéo OGC (5 min 15 sec.) [Video OGC FCP1](#)
- Vidéo brève 3 minutes – OGC's YouTube channel <https://youtu.be/aSQFIPwf2oM>

PRINCIPALES CONCLUSIONS

Utilisation de modèles IFC/CityGML pour l'urbanisme

- IFC peut être une source de données urbaines CityGML
- Cependant, pour que IFC soit une source pour des données urbaines CityGML, certaines contraintes doivent être appliquées (cf. recommandations du rapport d'ingénierie D2).
 - Des erreurs constatées sur la maquette BIM fournie (p.ex. plafond en guide de toiture)

Exploitation conjointe de données BIM et Geo

- L'utilisation de standards tels que IFC, CityGML, WPS et WFS + SOS / SensorThings et TJS pour le développement de plateformes ouvertes permet d'envisager dans un futur proche l'adoption rapide de standards ouverts dans les villes, utilisant diverses technologies pour rendre les villes intelligentes.

Note : WPS 1.0.0 a été utilisé dans le démonstrateur

OGC FCP – PHASE 2

Dec. 2017

OGC is seeking sponsors for Phase 2 of its Future Cities Pilot Project

<http://www.opengeospatial.org/pressroom/pressreleases/2706>

Relation possible : EUROS DR

Use cases (initial)

Disaster Management

 Fire – (Grenfell towers - London)

 Flooding (Houston, Mumbai)

• River

• Rain

Smart City

 Sensors

 Big Data

 Using 3D models to visualize and analyse city data

 Urban meteo

OGC FCP – PHASE 2: LIST OF POTENTIAL TOPICS (INITIAL)

Data security and privacy

- 📍 SSO – protected sensors, protected parts of the city model

Data – data sponsors

- 📍 Link with CityVerve project – usage of data
- 📍 Make data from FCP2 available to other smart city projects

Learn from IDBE use cases

Use case: link to mobility/transportation/mobility concepts

Urban energy, more complex simulations

Use of 3D portrayal service

Most building in 2D, not yet in 3D

- 📍 Generating IFC from CityGML (IFC is missing)

Convert IFC to CityGML, retaining link between the objects/surfaces

Link CityGML to IndoorGML – link with spaces

3 use cases in NL

- 📍 Use of IFC in urban planning (similar to FCP1) – building permit
- 📍 Object life cycle (large infra – bridges, tunnels, ... cfr RWS)
- 📍 Integration BIM in geological sub-surface

Use of the 3D City Model (eg Rotterdam) in urban planner environment

Finding the right cities to partner with

- 📍 Combine problem solving and data availability

PERSPECTIVES POUR L'HARMONISATION DES MODÈLES DE DONNÉES URBAINES 3D

Points clés

- 📍 Harmoniser le modèle, et le (ou les) encodage(s), sur la base de standards ouverts
Vers un profil harmonisé CityGML ?
- 📍 Harmoniser la mise en œuvre d'un tel profil
- 📍 Définition d'un sous-ensemble de niveaux de détail (couvrant le champs des besoins)
 - d'un LOD 1 à un LOD3 (voire 4 : modèle intérieur de bâtiment pour certains bâtiments)
 - préciser le (ou les modèles) LOD2 – de généralisé (voire bâtiments volumiques simplifiés) à détaillé (extérieur des bâtiments détaillés Multi-surfaciques) proche du LOD3 (sans les portes et fenêtres)
- 📍 Harmonisation des thèmes modélisés, et des options de modélisation
- 📍 Harmonisation de la sémantique des objets modélisés => vers un noyau sémantique commun

Exemple existant: Profil CityGML des Pays-Bas

Technical specifications for the reconstruction of 3D IMGeo CityGML data

Exigence : partager un socle commun pour les données urbaines

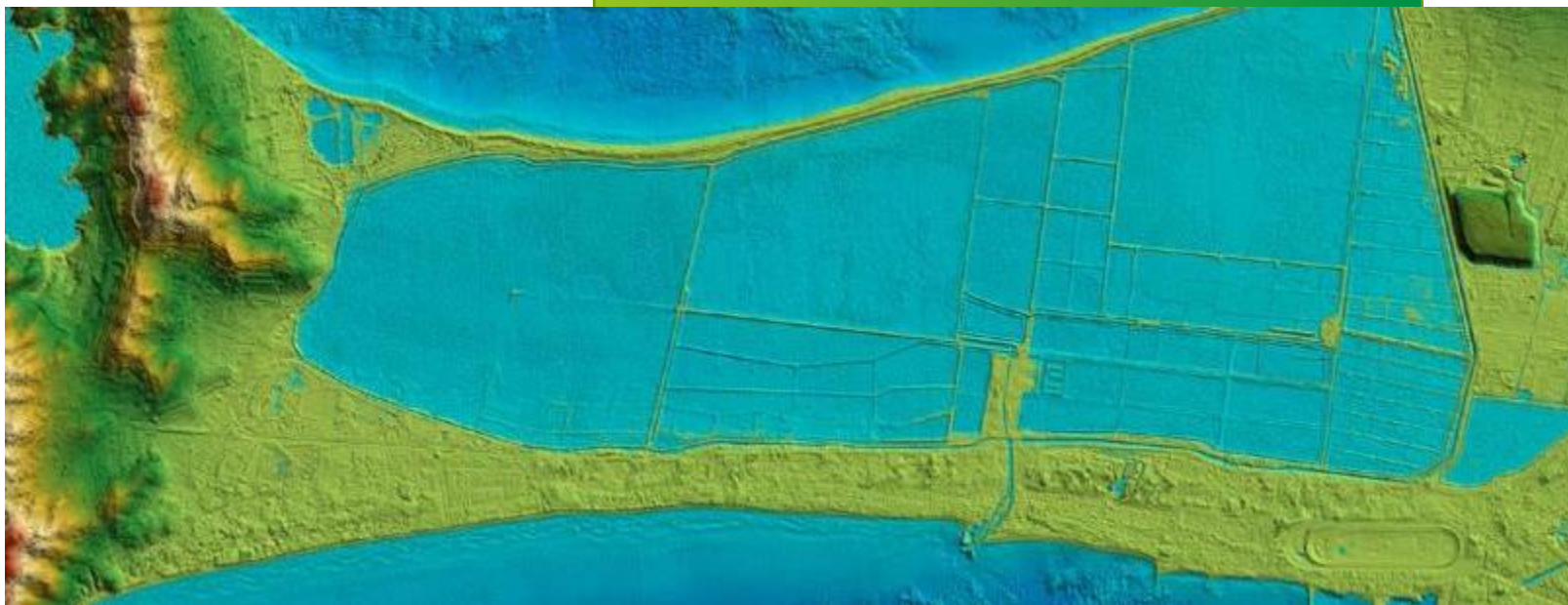
- 📍 Standard 3D national : harmonisation des spécifications (et de la sémantique)
- 📍 Eviter les multiplications de spécifications / données aboutissant à l'impossibilité d'une exploitation conjointe des données, et un gaspillage de ressources
- 📍 Harmonisation des métadonnées
- 📍 Attention à l'exigence INSPIRE pour le thème Building ! (horizon 2020)



INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

QUESTIONS ?

ign.fr



© IGN-SHOM

