



Copyright Cost Sub-Urban

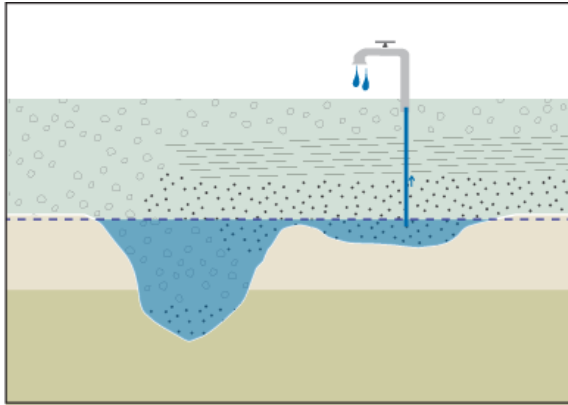
La modélisation du sous-sol

GeoQuat, un système d'information
sur les roches meubles quaternaires

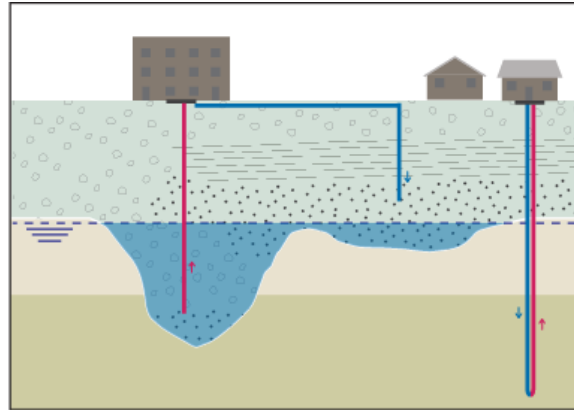
Olivier Lateltin, Service géologique national swisstopo

Les enjeux dans les roches meubles quaternaires

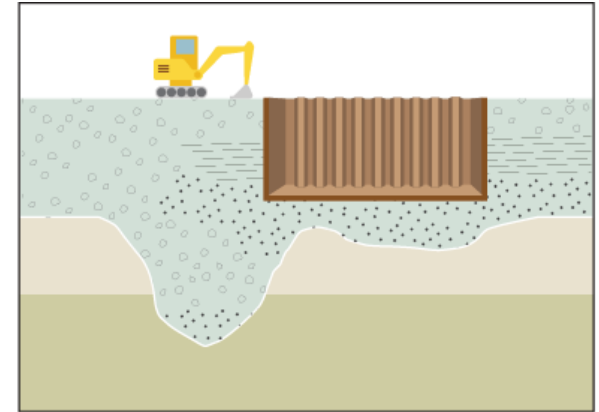
Hydrogéologie



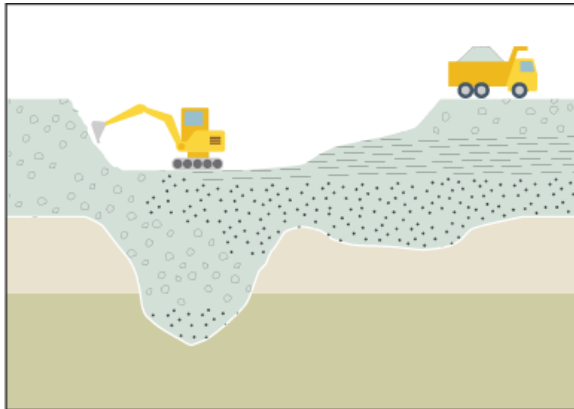
Géothermie



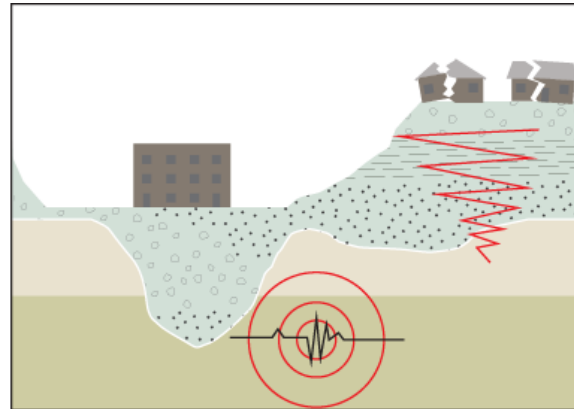
Géotechnique



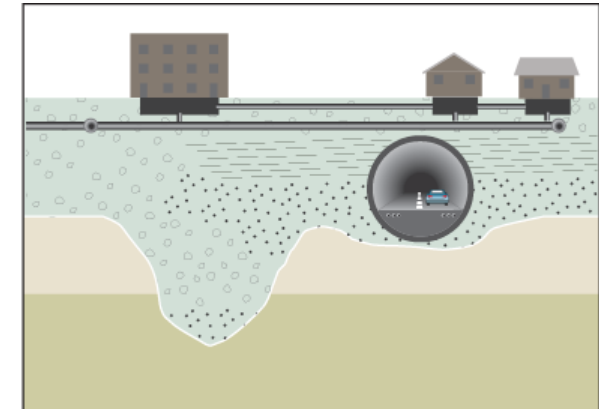
Matières premières



Séismes & effet de site



Espace constructible





Loi sur l'aménagement du territoire (LAT 2)

Projet de révision de la LAT:

Prise en compte du sous-sol dans l'aménagement du territoire

Art. 3, al. 5 (nouveau)

5 Les utilisations du sous-sol, notamment les utilisations des **matières premières** telles que les **eaux souterraines**, les **énergies** et les **matériaux**, ainsi que les utilisations des **espaces constructibles** doivent être **coordonnées dès que possible entre elles** ainsi **qu'avec les utilisations de surface** en tenant compte des intérêts opposés en présence.



Attentes du parlement fédéral

Postulat Karl Vogler PDC 16.4108: Données géologiques relatives au sous-sol

Le Conseil fédéral est chargé d'indiquer dans un rapport quelles conditions concrètes et juridiques et, le cas échéant, quelles autres conditions doivent être réunies en relation **avec l'aménagement du sous-sol** afin que les **informations géologiques utiles** à cet effet puissent être récoltées et coordonnées en collaboration avec les cantons et, si nécessaire, d'autres acteurs.

*... Or, ce sont **des privés** et des **cantons** qui sont propriétaires d'une grande partie des informations géologiques et seuls quelques rares cantons disposent d'une réglementation moderne de l'utilisation du sous-sol.*

swisstopo: deux types de modèles géologiques 3D

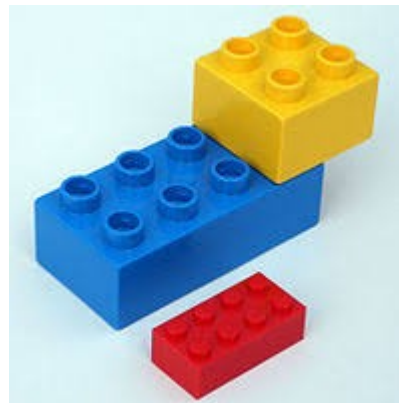
Modèle en couches: échelle nationale

GeoMol



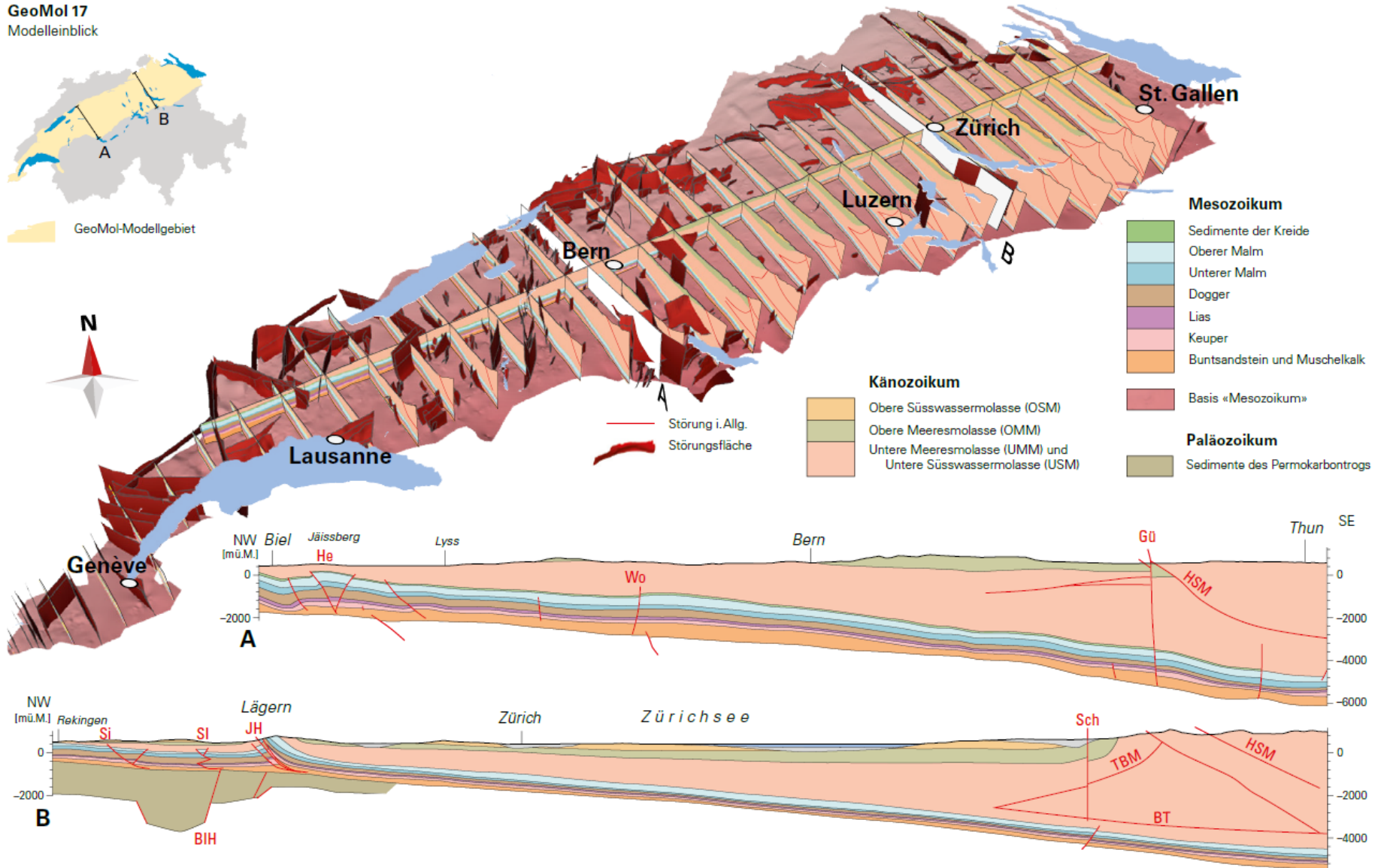
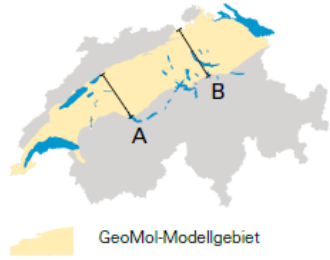
Modèle Voxel: échelle régionale/locale

GeoQuat



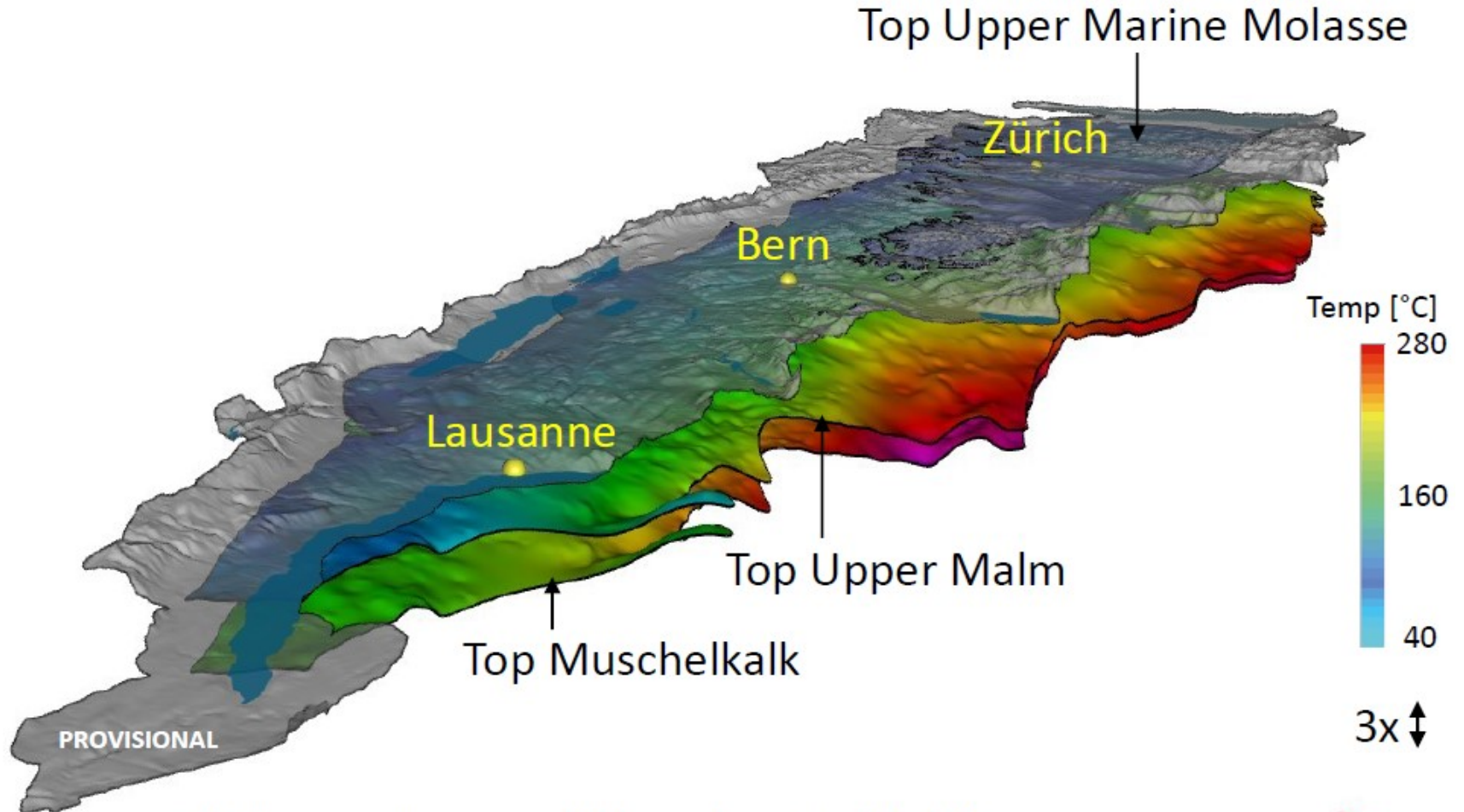
Modèle en couches: échelle nationale

GeoMol 17
Modelle Einblick



Modèle en couches: échelle nationale

Température des formations rocheuses



- 3D-temperature model based on GeoMol 15
- Temperature layers extracted from the new 3D-temperature model

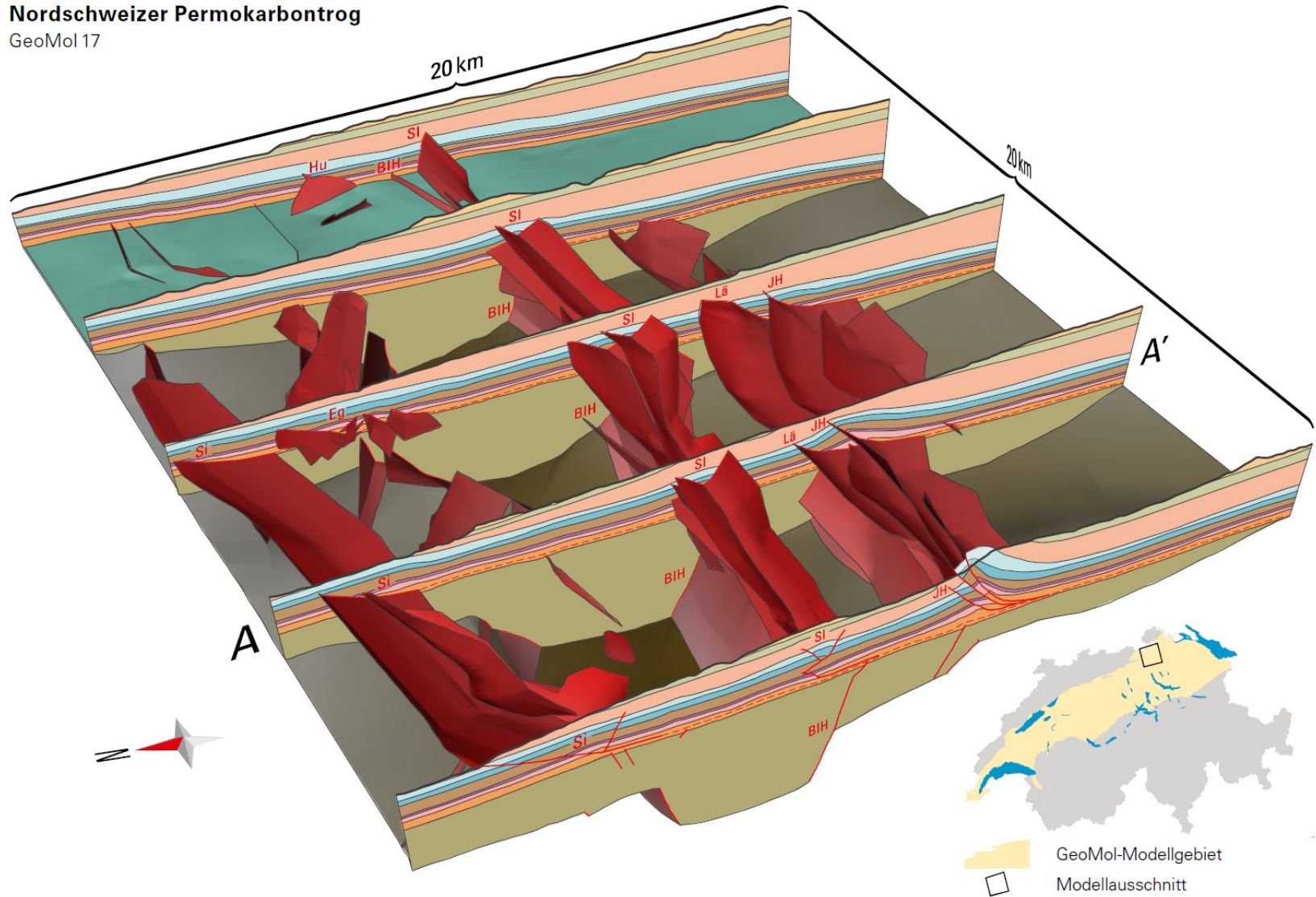


Modèle en couches: échelle nationale

Le Fossé Permo-Carbonifère

Nordschweizer Permokarbondrog

GeoMol 17



The LEGO logo is displayed in its characteristic white, bold, sans-serif font with a black outline, set against a red square background.

GEOLOGICAL VOXEL MODELING

A stylized 3D logo for '3D' in blue and white, with a perspective effect.The word 'NEW' is written in white, bold, sans-serif font on a red, brush-stroke-like banner.

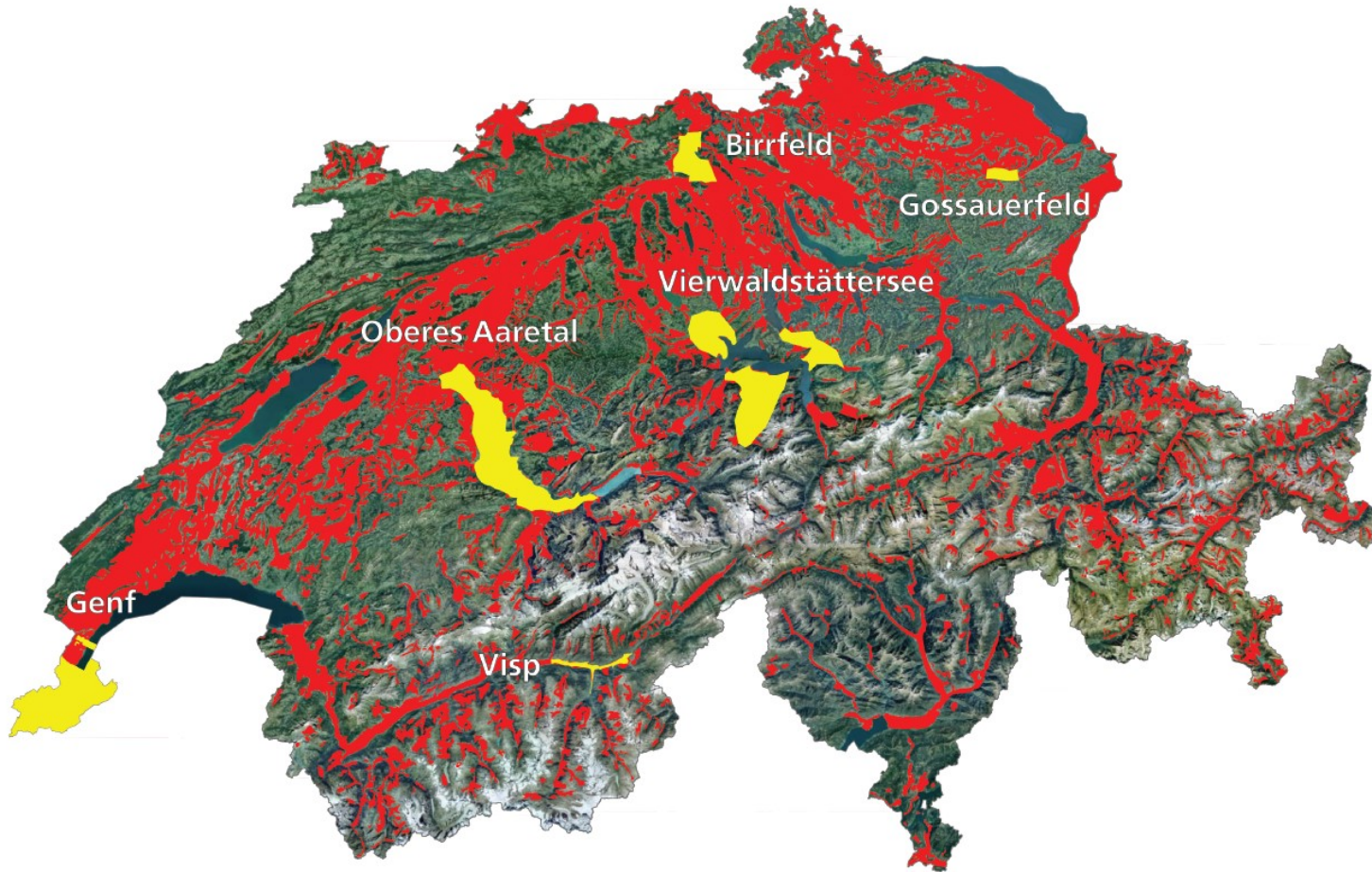
4-99

Voxel: «brique élémentaire»
pour représenter les roches meubles
quaternaires de façon digitale



STARTER KIT

Répartition des roches meubles en Suisse



 Roches meubles quaternaires

 Projet-pilotes GeoQuat

GeoQuat (2016-2018): objectif du projet

- Développement d'un **système d'information**, permettant **une saisie et une mise à disposition structurée des données** pour les **roches meubles quaternaires** en Suisse.
 - **Saisie selon un modèle unifié de données**
 - **Standardisation / harmonisation des données disponibles**
 - **Application aux roches meubles quaternaires**
- Elaboration de **workflows** et **d'outils** pour l'établissement de modèles géologiques et paramétriques 3D et de produits dérivés 2D
 - **Réalisation de projet-pilotes régionaux**
 - **Prototypes pour les administrations cantonales**
 - **Bases de décision pour les décideurs**

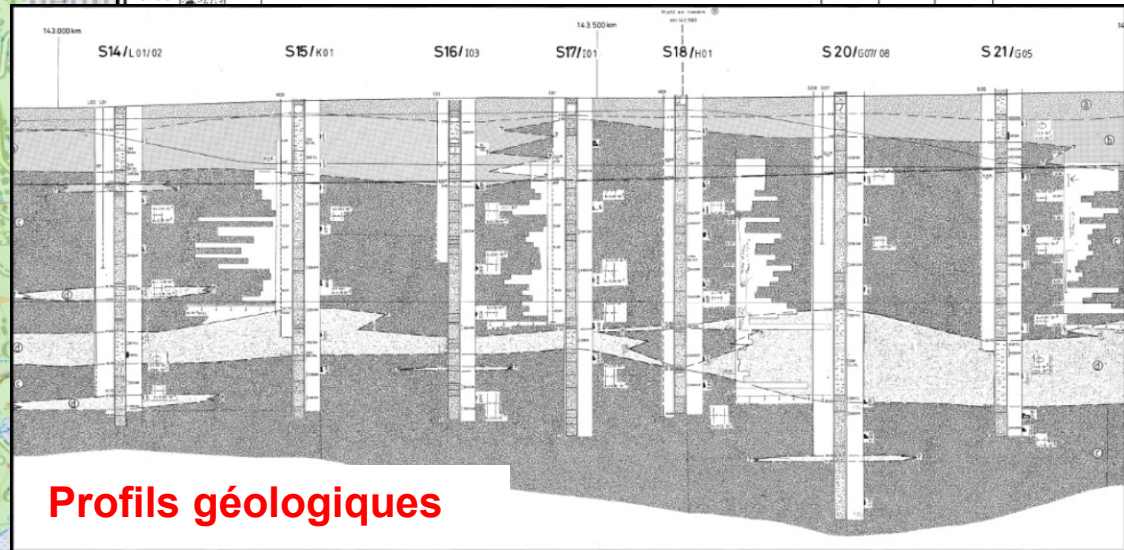
Hétérogénéité des données géologiques (type, format)



Cartes géologiques et géotechniques



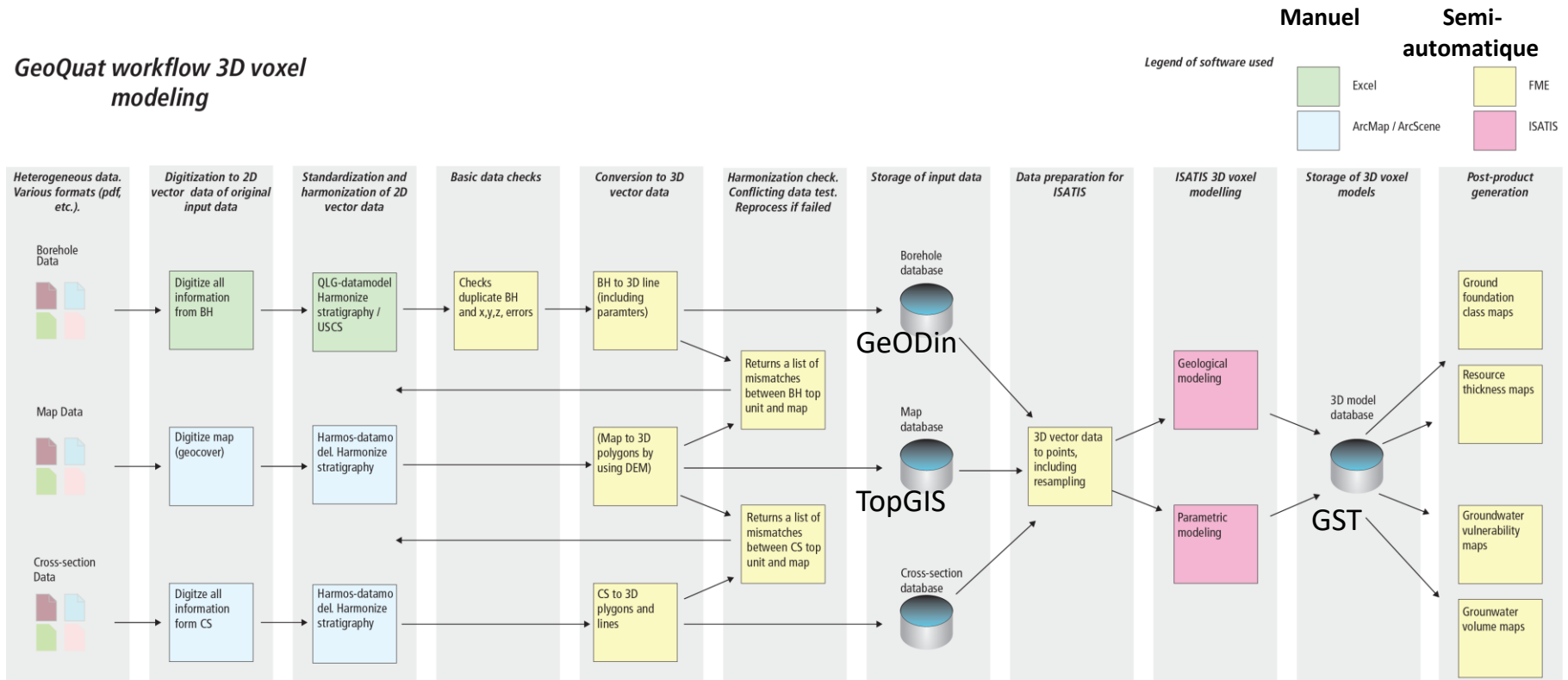
TIEFEN AB OK TERRAIN	PROFIL	Données de forage	ITES	U S C S	GEOLOGIE	SPT 40 80	HYDROGEOLOGIE
0.80		Handaushub		—			
1.80		Kies, siltig, schwach tonig mit reichlich-viel Feinsand, vielen Steinen und mit wenigen organischen Beimengungen, eckige Gerölle (v.a. Ternerschiefer), kohäsionslos, dunkelbraun-schwarz.		GM-ML	Künstliche Schüttung		
2.70		Kies, siltig, mit viel Feinsand und zahlreichen organischen Beimengungen, kohäsionslos, dunkelbraun-schwarz.		GM-ML			
2.90		Sand, schwach siltig, mit viel Kies, kohäsionslos, braun-schwarz.		SM	Alter Boden		
3.20		Sand, siltig, mit reichlich-viel Kies, mit organischen Beimengungen, eckige Gerölle (Ternerschiefer), schwach bindig, braun.		SM-ML			
3.60		Sand-Feinsand mit wenig-reichlich Kies und einzelnen Steinen, im oberen Teil mit einer grauen siltigen Linse, kohäsionslos, beige.		GM	Limnische Ablagerung	N=51	Piezometer
3.80		Kies, schwach siltig, mit viel Sand-Feinsand, mit einzelnen schwach gerundeten Tonschiefern, kohäsionslos, dunkelgrau.		GM			
4.10		Sand, schwach siltig mit viel Kies, Gerölle gut gerundet, kohäsionslos, beige-braun.		GM			
4.40		Kies, schwach siltig, mit viel Sand-Feinsand, mit einzelnen schwach gerundeten Tonschiefern, kohäsionslos, dunkelgrau.		SM			
5.50		Sand, schwach siltig mit viel Kies, Gerölle gut gerundet, kohäsionslos, beige-braun.		SM			



Profils géologiques

Workflow pour la gestion de modèles 3D

GeoQuat workflow 3D voxel modeling



**Standardisation
Harmonisation
QLG-DM**

**Contrôle des données
vectorisation 3D**

**Stockage des
données**

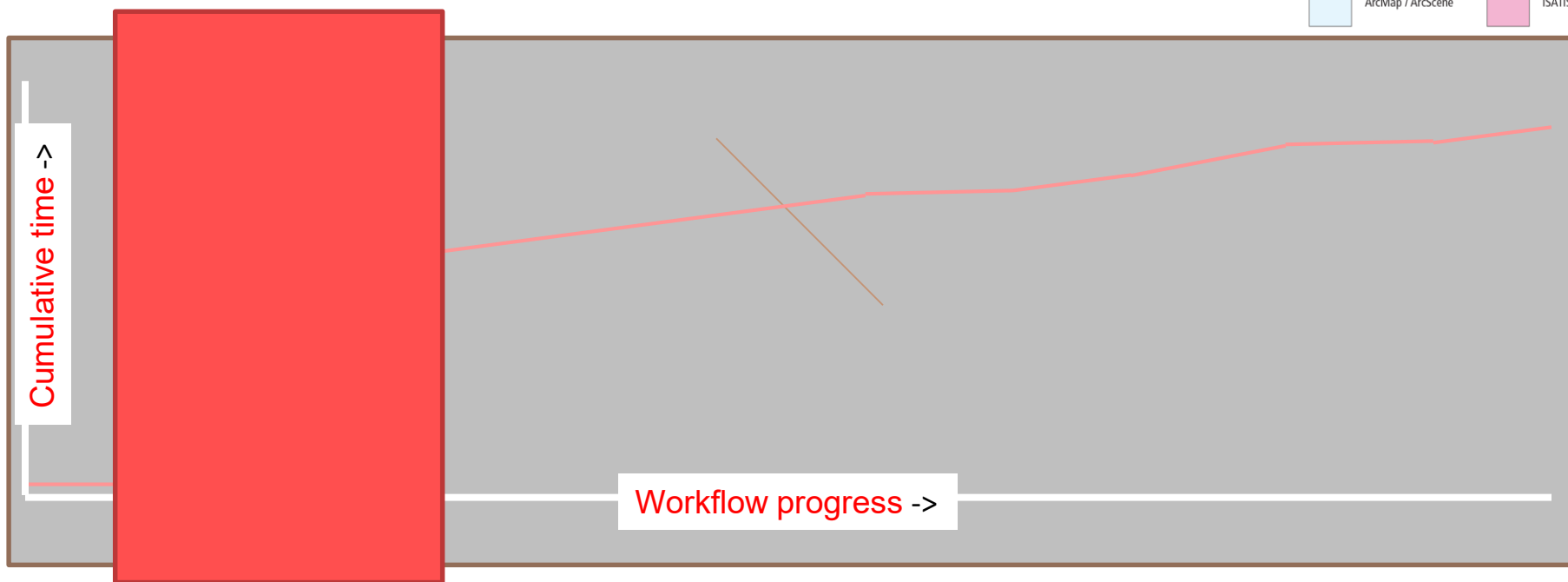
**Modélisation
Voxel**

**Produits
dérivés**

Standardisation et harmonisation coûteuses

GeoQuat workflow 3D voxel modeling

Legend of software used



Standardisation
Harmonisation
QLG-DM



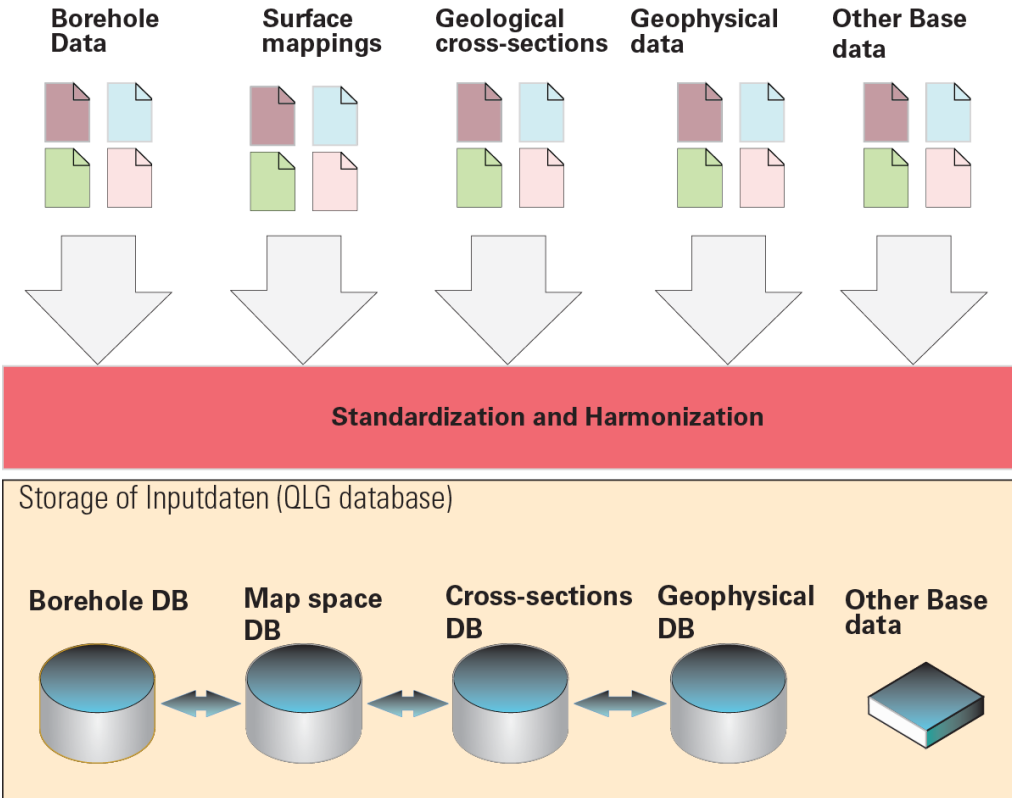
Standardisation et harmonisation coûteuses

Geological Modeling		Parametric Modeling	
Geological Interpretation	Lithological Description	USCS	K [m/s]
13.40	Gravel, much Sand, strongly Silt, some Pebbles to 6cm Ø	GM	10^{-5} - 10^{-6}
15.10	Gravel, much Sand, strongly Clay	GC	10^{-6} - 10^{-7}
15.50	Clay, strongly silt	CM	10^{-7} - 10^{-8}
16.80	Gravel, much Sand, with Silt and Pebbles	GM	10^{-5} - 10^{-6}
18.00		SM	10^{-4} - 10^{-5}
		SC-SM	10^{-6} - 10^{-8}

Datenmodell Bohrdaten
Beschreibung des Kernmodells mit Objektkatalog und UML-Modell
Version 2.0
September 2014

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra
Confederaziun Svizra

Beauftragte für Landtopographie und Kartographie



Standardisation →
Harmonisation
QLG-DM

Standardisation et harmonisation coûteuses

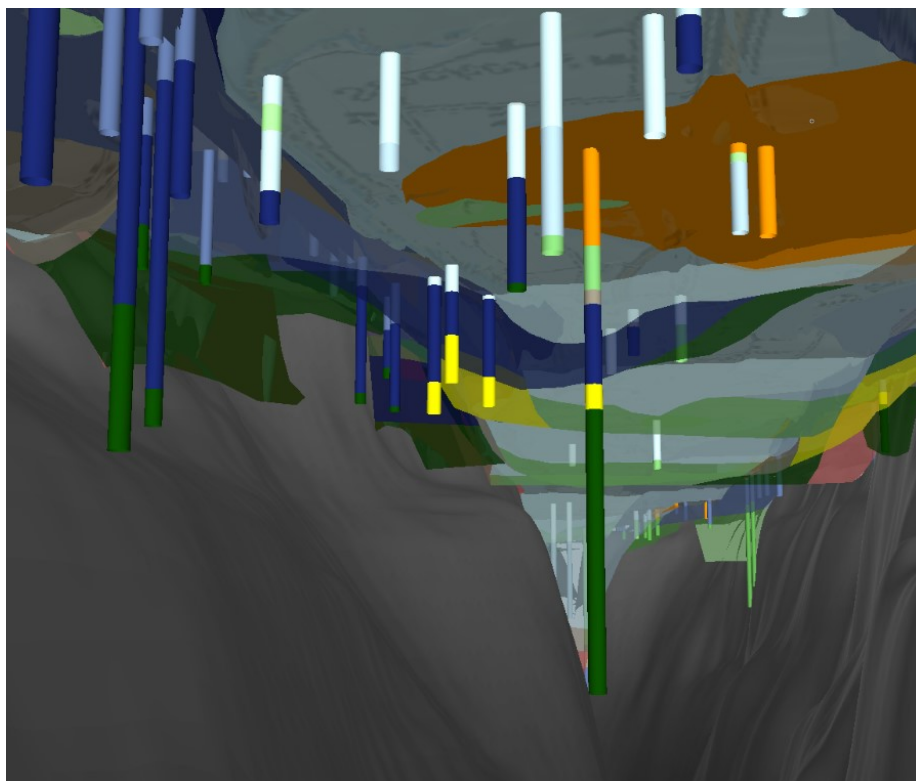
L'expérience des bureaux privés est indispensable

Pilot region	No. Boreholes (n)	Borehole length (m)	No. Layers (n)
Birrfeld	1'577	37'230	19'830
Visp	788	17'955	11'674
Aaretal	3'280	60'215	36'275
Vierwaldstättersee	741	15'423	8'120
Genf	615	11'240	7'143
St. Gallen	686	7'300	2'170
Total	7'687	149'363	85'212

Standardisation
Harmonisation
QLG-DM



Contrôle des données et vectorisation 3D



→ Visualisation sur ArcScene

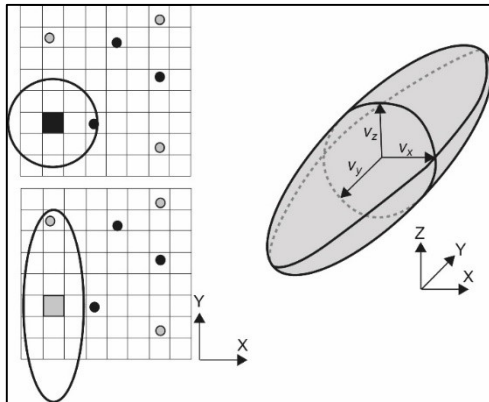
- Liste automatique des incohérences entre cartes, profils et forages
- Contrôle visuel en 3D

→ **Contrôle des données
vectorisation 3D** →

Modélisation géologique et paramétrique 3D avec ISATIS



3D Voxel Models	Modelled Parameter	Type	Method
Geologique	Lithostratigraphie	Discrete	Nearest Neighbour
Geologique	Lithostratigraphie	Continuous + Discrete	Sequential Geological Probabilistic Modelling (Indicator Kriging)
Paramétrique	Conductibilité hydraulique	Continuous	Co-Kriging

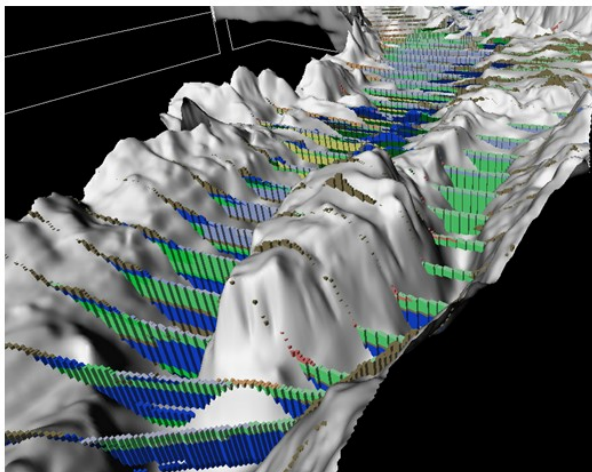


- Definition des paramètres modélisés n'est pas automatique
- Variogramme statistique n'est pas automatique
- Le processus de modélisation est automatique

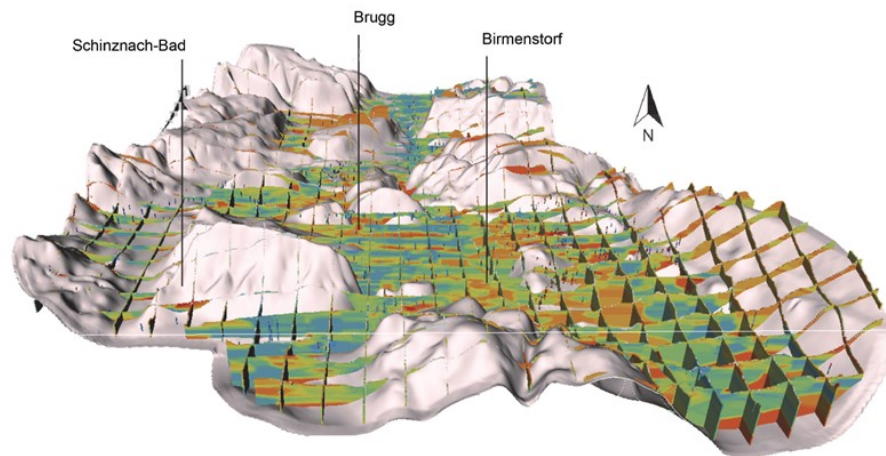
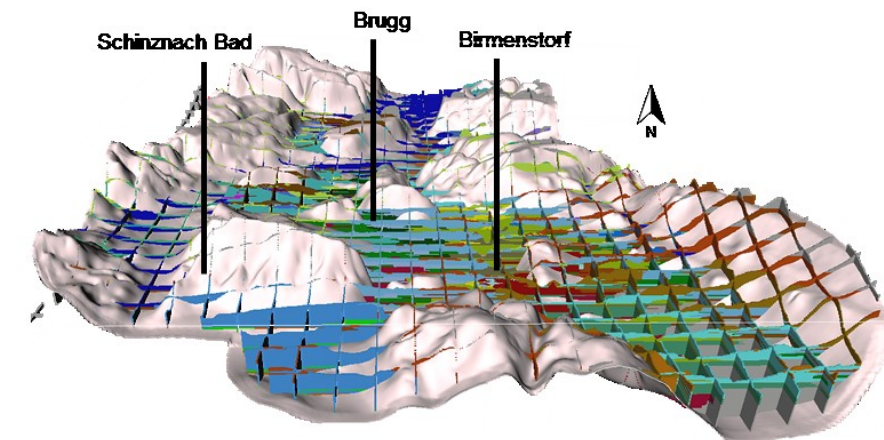
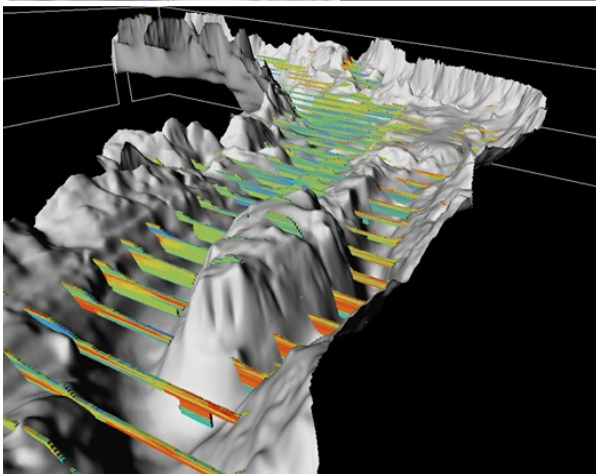
→ **Modélisation Voxel** →

Résultat de la modélisation 3D avec ISATIS

Modèle géologique
Lithostratigraphie



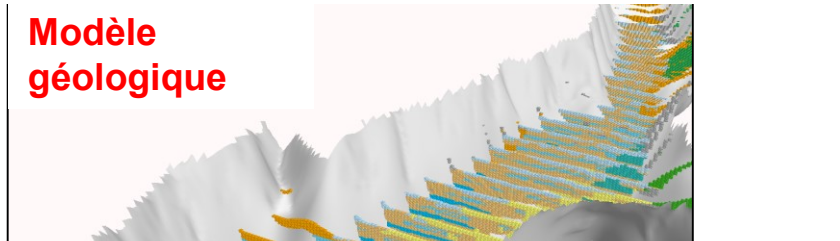
Modèle paramétrique
Conductivité hydraulique



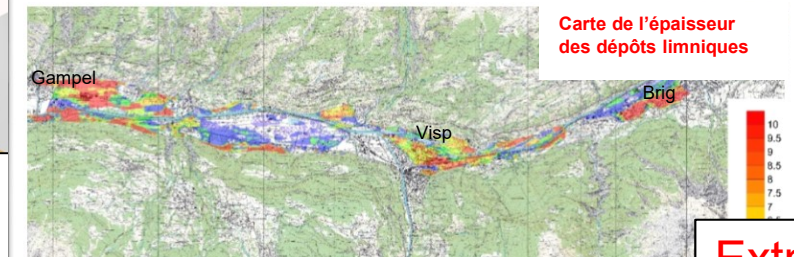
→ **Modélisation Voxel** →

Produits dérivés 2D de la modélisation géologique 3D

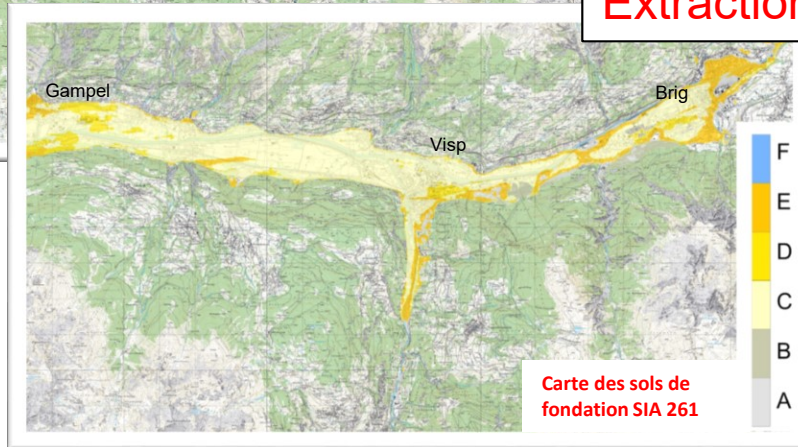
Modèle géologique



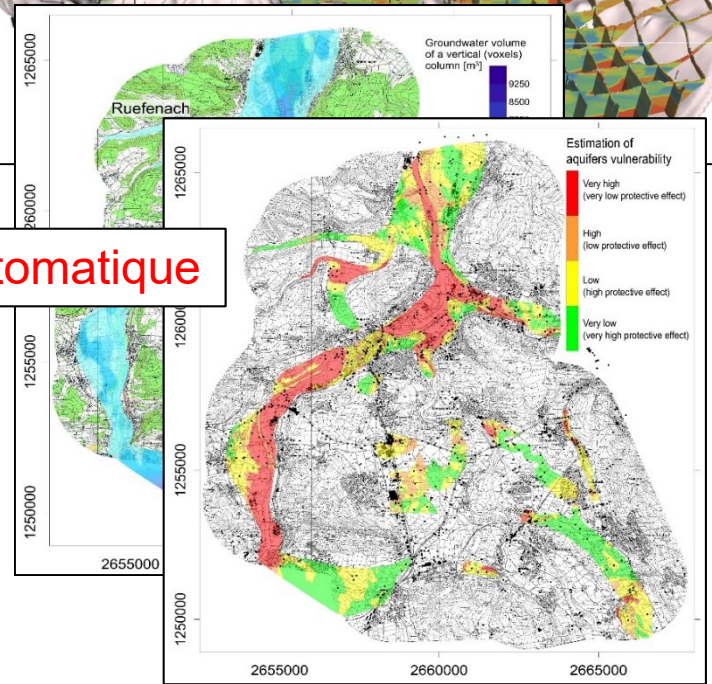
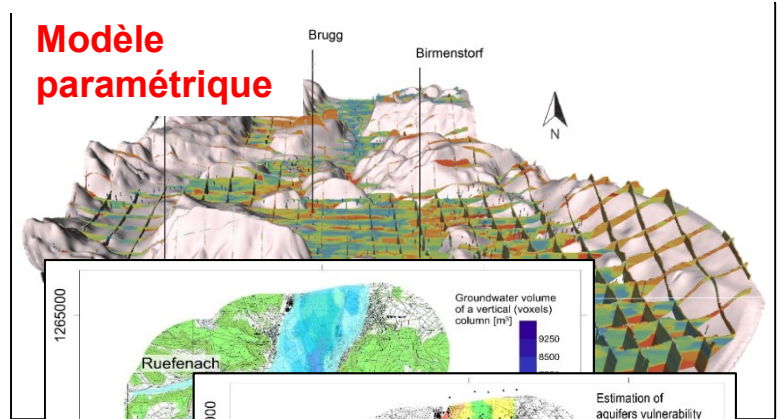
Carte de l'épaisseur des dépôts limniques



Extraction automatique

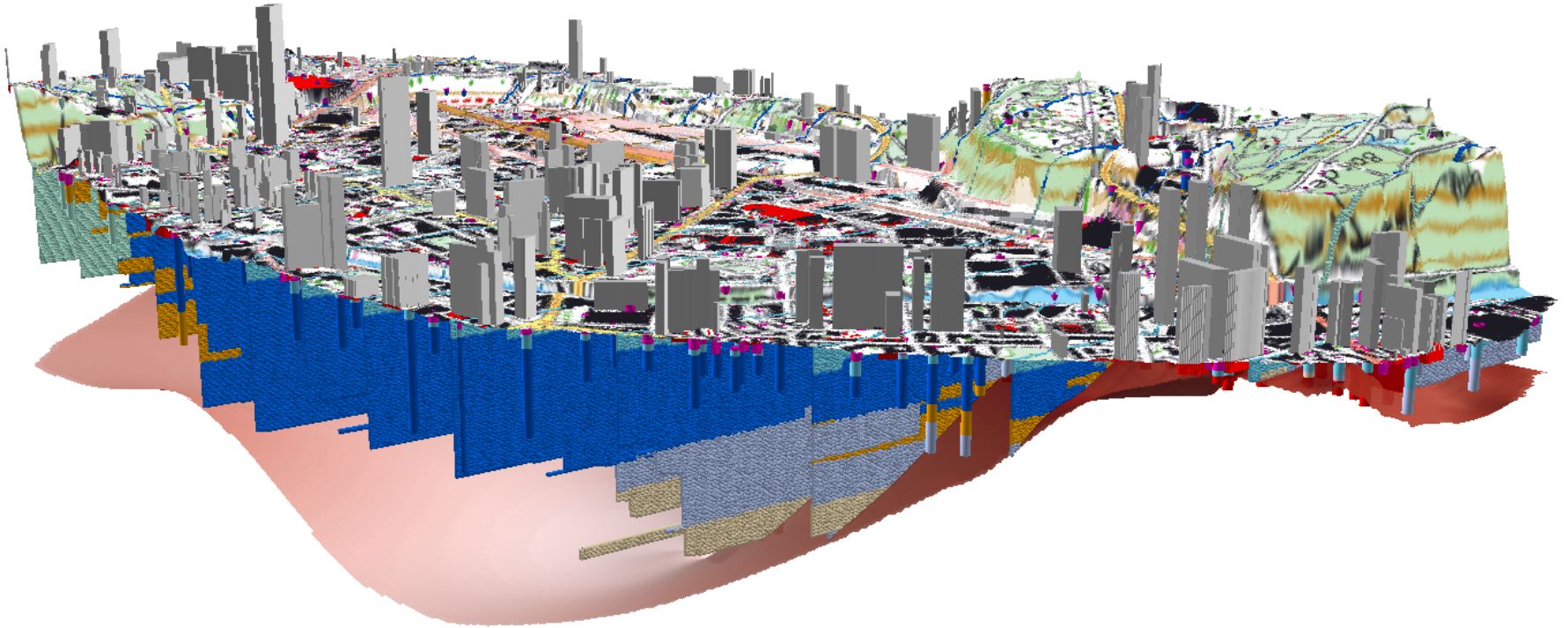


Modèle paramétrique



Produits dérivés

Projet-pilote Genève → GeoBIM-GeoCIM



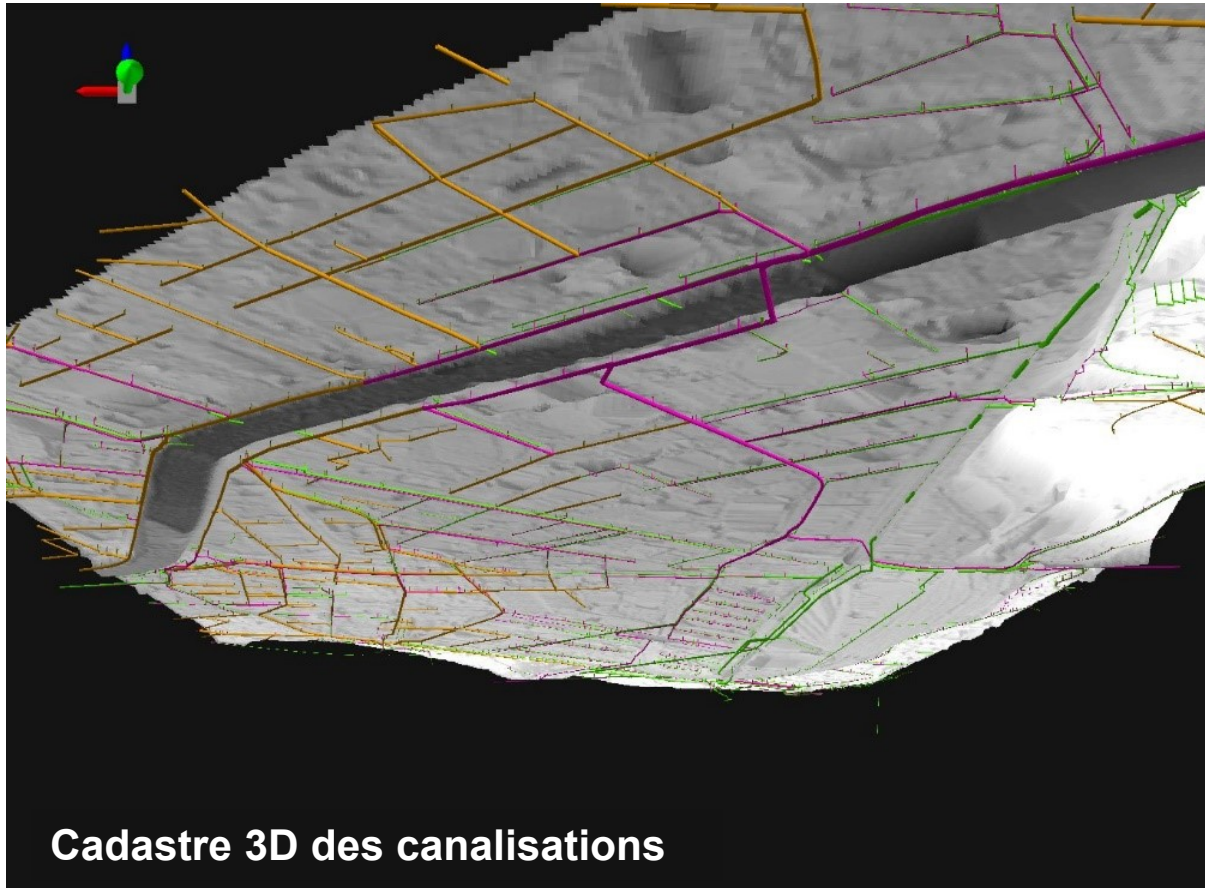
Constructions souterraines

modèle de données ifc4 (industry foundation classes-BIM compatible); logiciels CAD/DAO+
précision décimétrique

Données géologiques en sous-sol

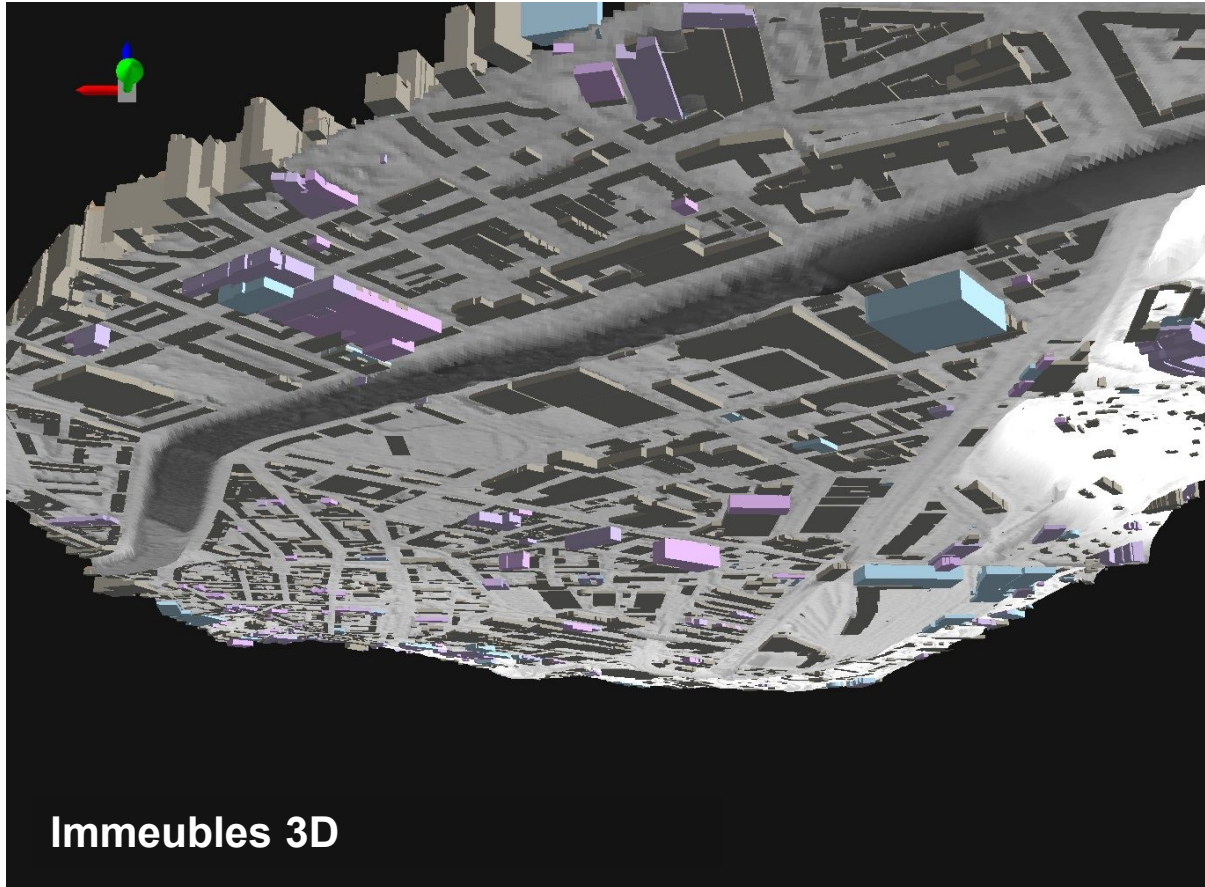
modèle de données GeoBIM (à créer); logiciels MOVE/ISATIS/GST/(SIG)
précision décamétrique

Projet-pilote Genève → GeoBIM-GeoCIM



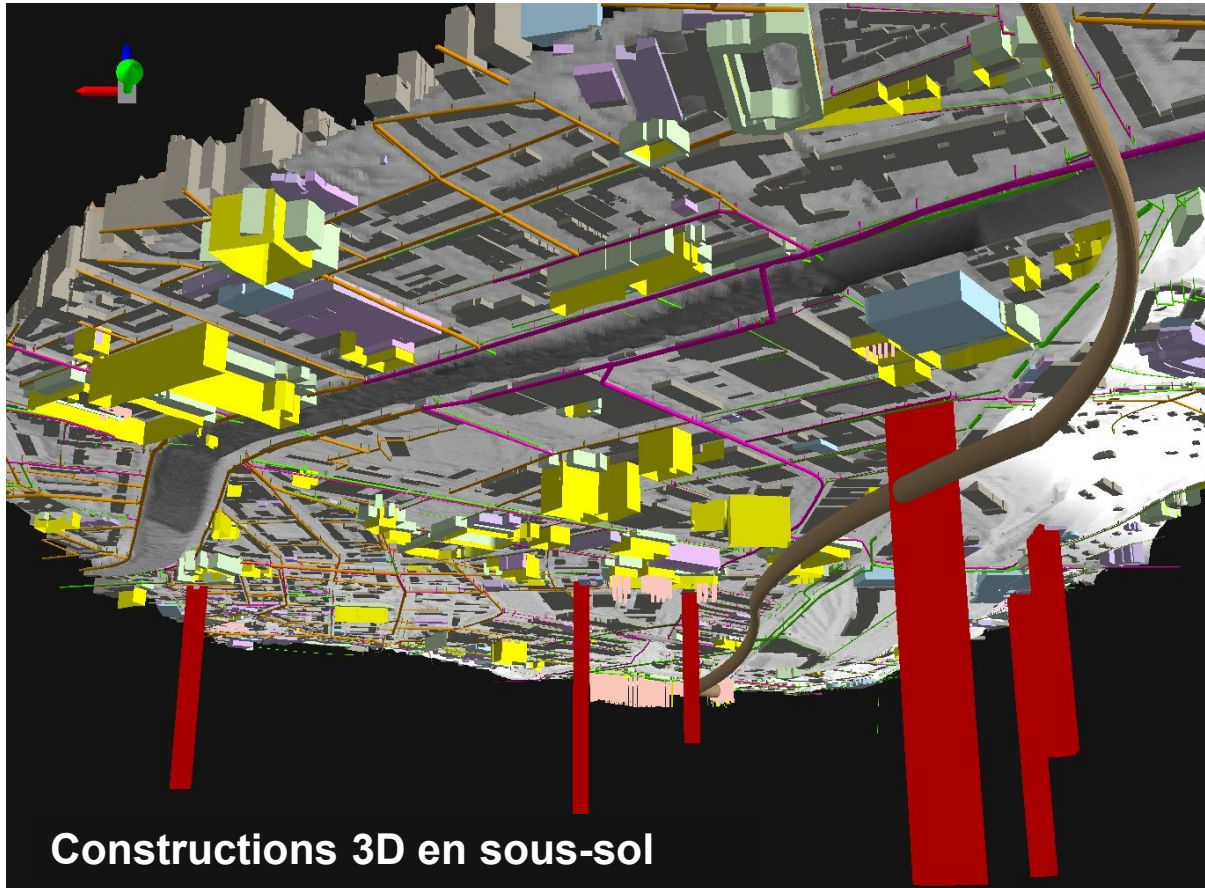
Cadastre 3D des canalisations

Projet-pilote Genève → GeoBIM-GeoCIM

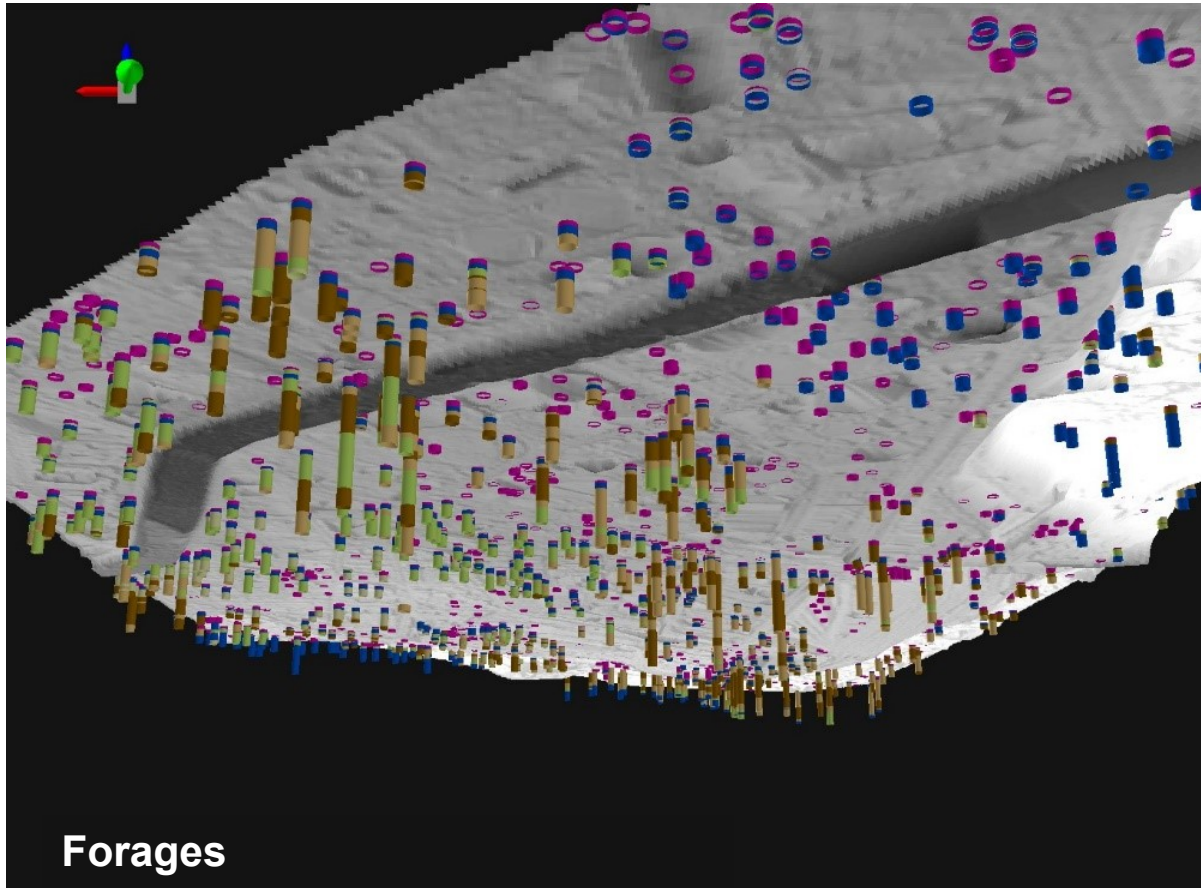


Immeubles 3D

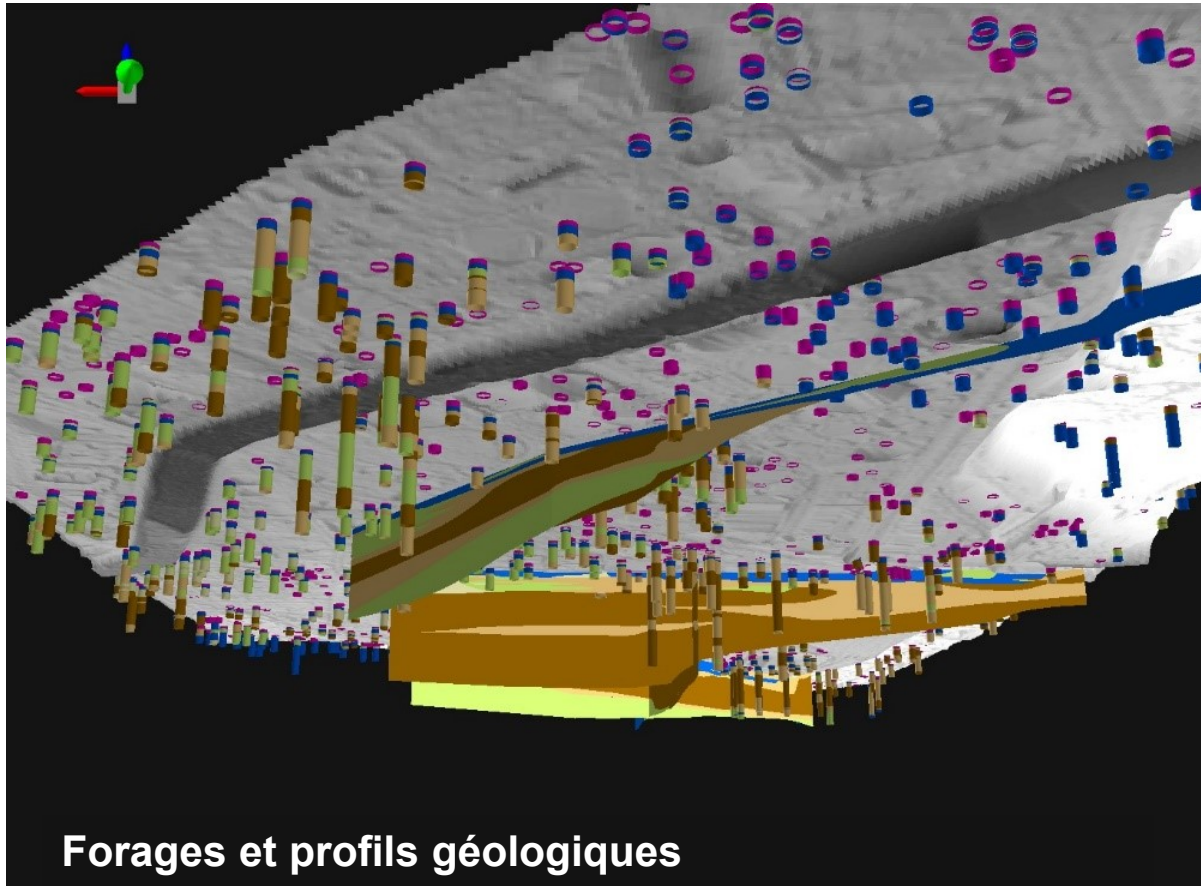
Projet-pilote Genève → GeoBIM-GeoCIM



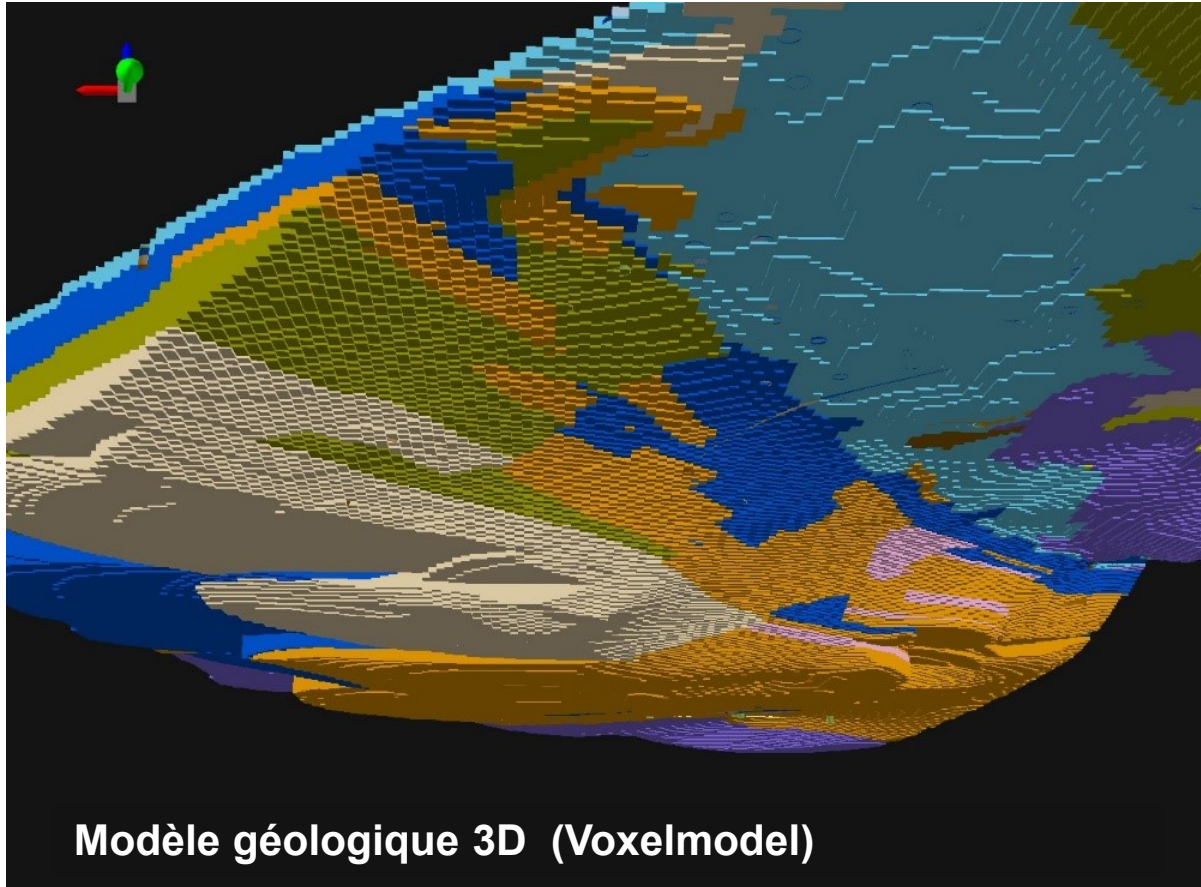
Projet-pilote Genève → GeoBIM-GeoCIM



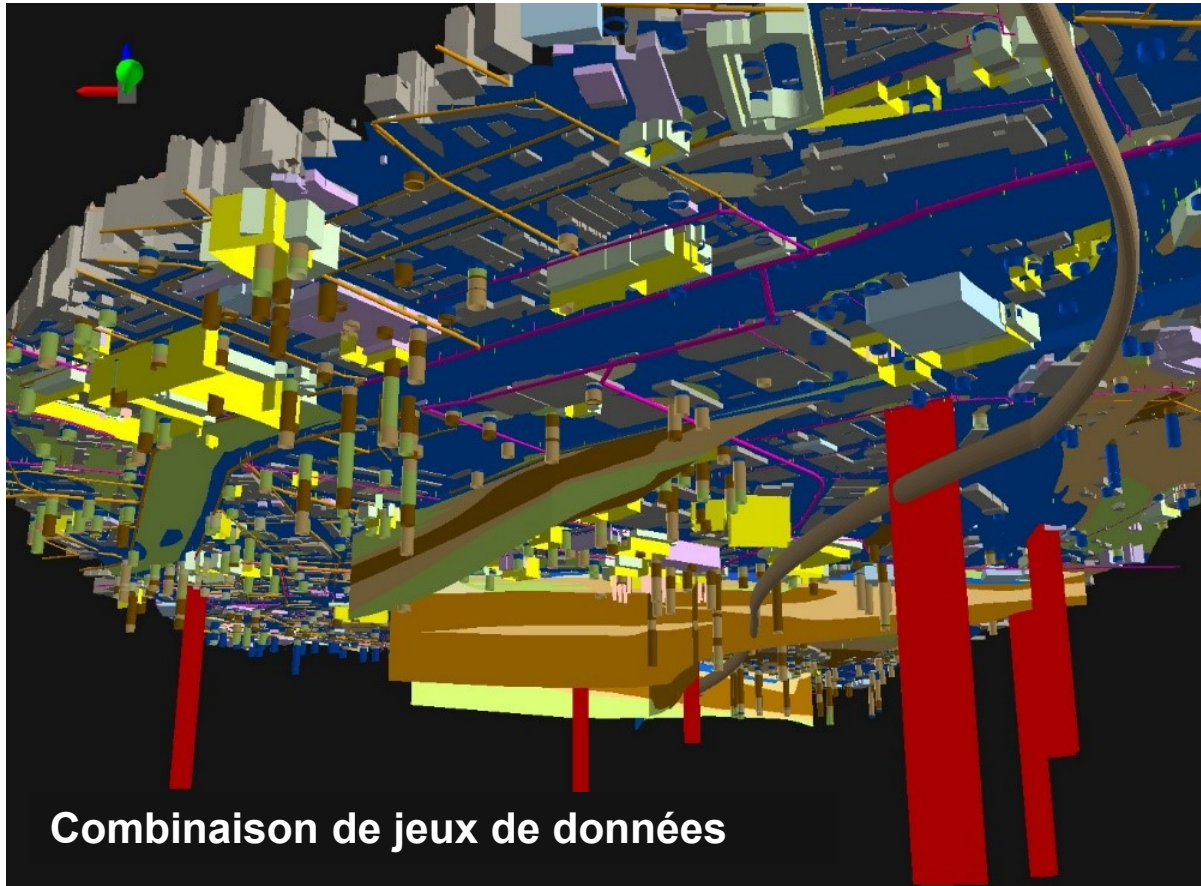
Projet-pilote Genève → GeoBIM-GeoCIM



Projet-pilote Genève → GeoBIM-GeoCIM



Projet-pilote Genève → GeoBIM-GeoCIM



Projet-pilote Genève → GeoBIM-GeoCIM

Planification d'un nouveau tunnel

Select By Location

Select features from one or more target layers based on their location in relation to the features in the source layer.

Selection method:
select features from

Target layer(s):

- GE_3D_PL_Sondes_20180523
- PAV_Fishnet_Grob_X_Axe
- Voxels_along_EWS
- Voxels_along_tunnel
- 3D_ClassSol_grob_20180508
- BH
 - 1_BO_SONDAGES_PAV
 - Forages_Anthropo
 - BH_Collecte1_geODin_20180127
 - BH_Virtual_ClassSol
 - 3D_PL_Anthropo_ALL_20180110
 - 3D_PL_20180318

Only show selectable layers in this list

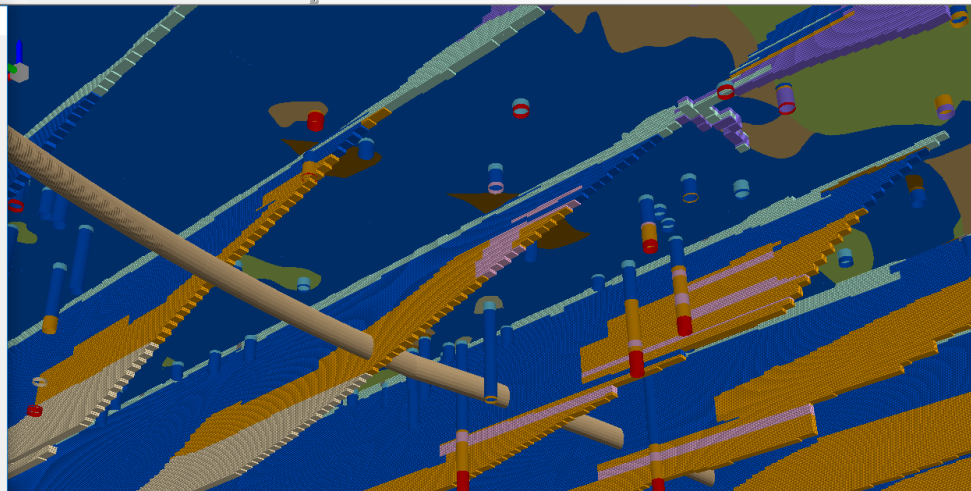
Source layer:
Tunnel.Fictif.3D.2 (0 features selected)

Use selected features (0 features selected)

Spatial selection method for target layer feature(s):
are within a distance of (3d) the source layer feature

Apply a search distance
5.000000 Meters

[About select by location](#)



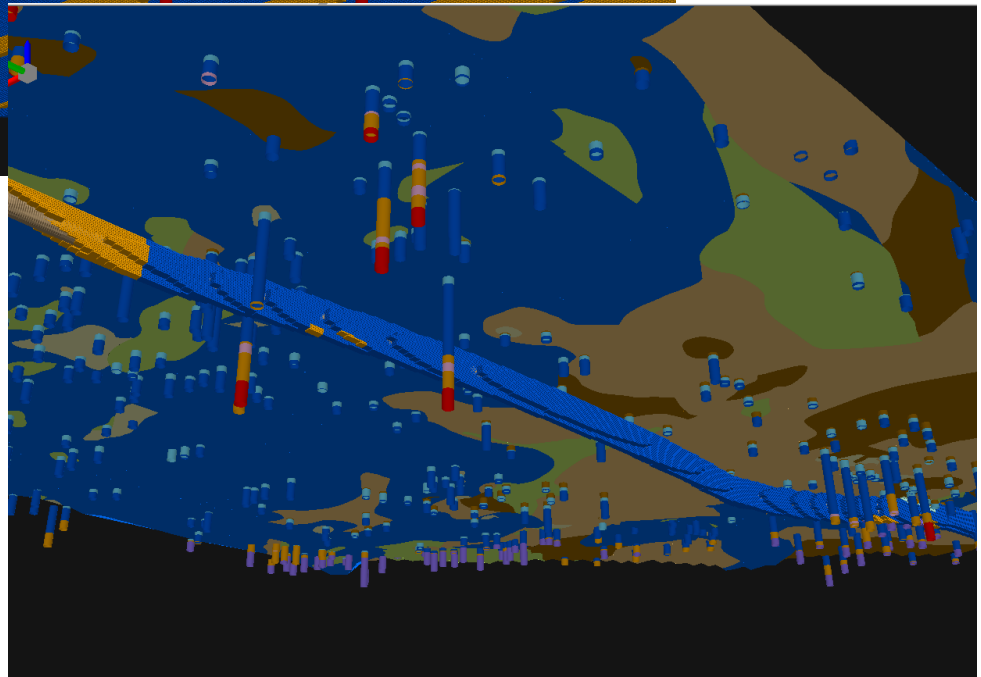
do

eODin_20180127

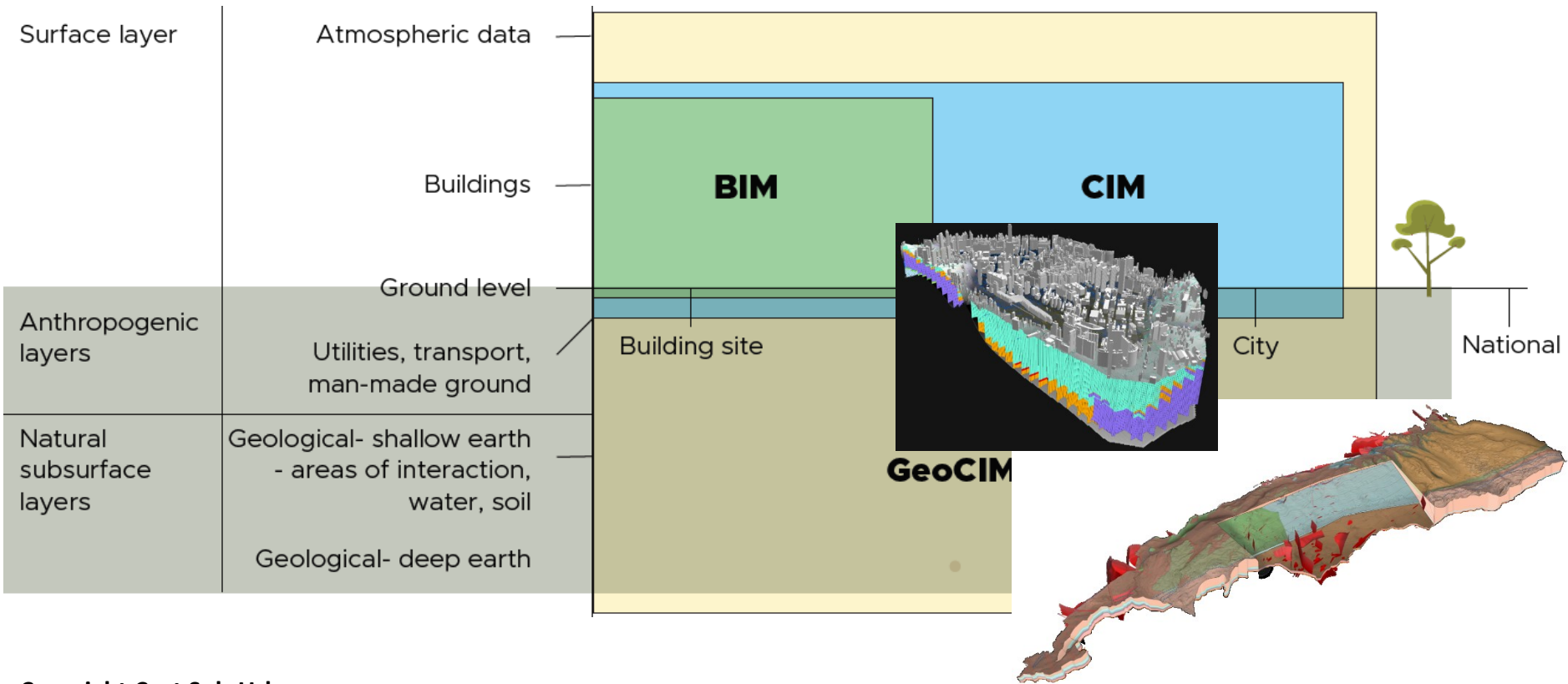
:Sol

}_ALL_20180110

3



Modèles géologiques 3D et GeoBIM/GeoCIM



Copyright Cost Sub-Urban



Copyright Cost Sub-Urban



Merci de votre attention!