



cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

Gestion des Données et Nouvel Environnement Digital en Géotechnique

SIG et Géotechnique (ArcGIS)



LE HELLO, Bastien
REYNAUD, Sébastien
FAUVAIN, Luc

15 NOVEMBRE 2022



cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

Utilisation d'un SIG en Géotechnique

Utilisation du SIG en géotechnique

SIG en géotechnique

L'utilisation « classique / direct » du SIG en géotechnique consiste principalement à du recueil de données, comme par exemple:

- Enquête de terrain
- Suivi de campagne de sondage géotechnique
- Visite de site en phase AVP
- Suivi de la construction des ouvrages en phase DET
- Aide aux opérations de réceptions des ouvrages (OPR)

Utilisation du SIG en géotechnique

SIG en géotechnique

Exemple d'un suivi d'ouvrage:

Nom de l'observation :
Pont de Juzet 1

Type d'observation : Ouvrage d'Art

Niveau de criticité : SNCF = U1
EGIS = E1

Point kilométrique : EN ATTENTE ENTRANT
Coordonnée géographique : X => 66476.8526
Y => 5281735.1669

Date d'observation : 27/06/2019 07:18:05

Observateur : JFMinilles

Commentaire :
Pont de Juzet
Léger basculement vers le tablier des culées/Fissurations sur les murs de culée avec rejointement constaté/Structure métallique à poutre-Corrosion de la structure métallique



10:07 MUR_INF_D

Précision GPS 16,4 m • 9 m requis

287+937_PASSERELLE
287+958_MUR_SUP_D
287+979_MUR_SUP_G

PK 288

287+898_OTR_G

288+037_MUR_INF_G

288+060_MUR_INF_D
288+070_MUR_INF_D

Ouvrage linéaire : / 288+...
Longueur 31,8 m 185,8 km

DÉTAILS ATTACHÉS

Modifiée par
g.ginisty@egis • 9 avr. 2021

objectid
819

globalid

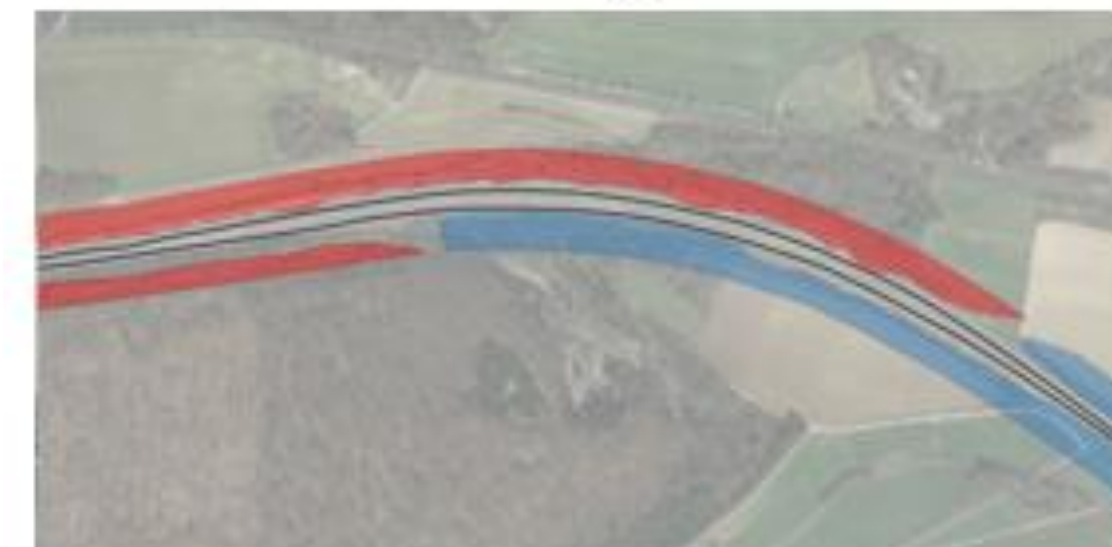
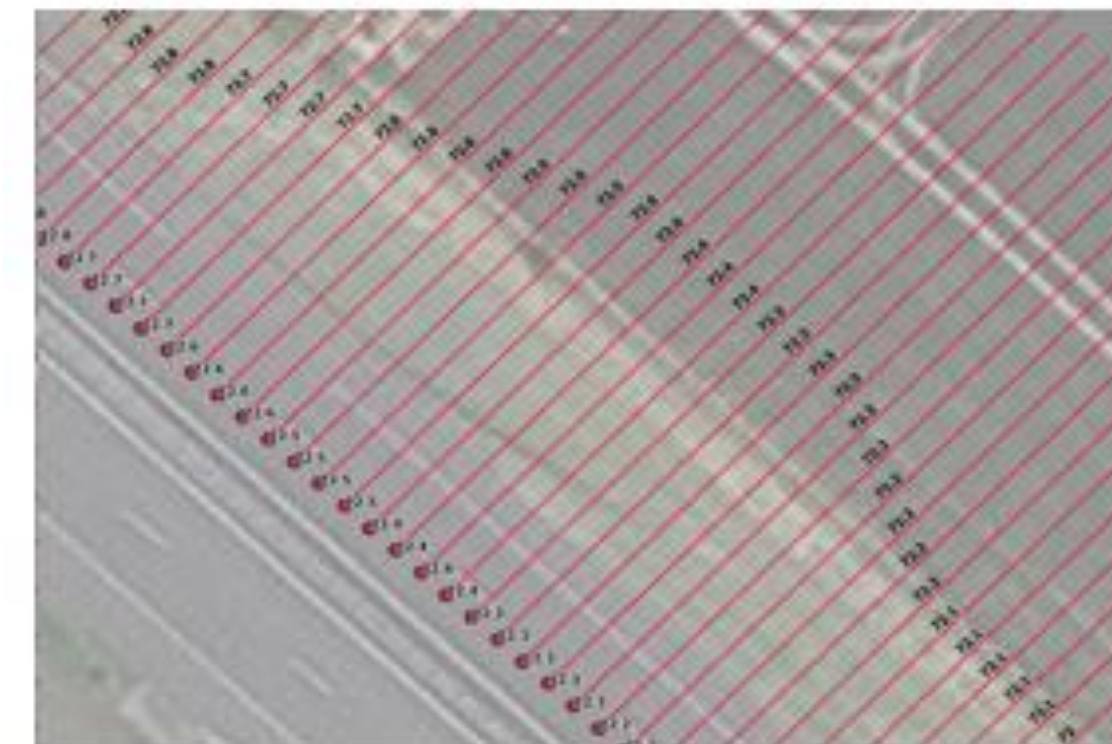
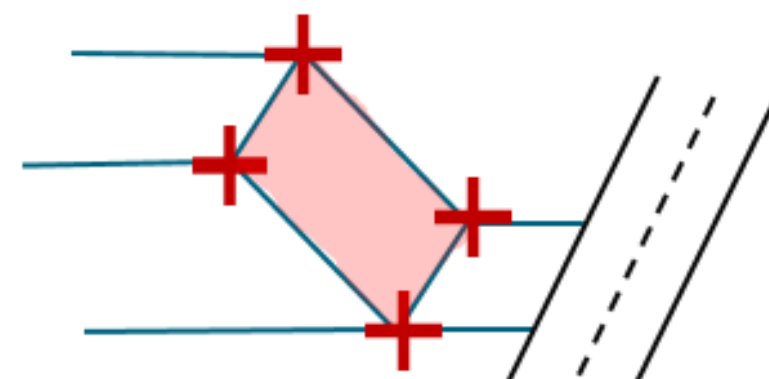


Utilisation du SIG en géotechnique

SIG en géotechnique

L'utilisation plus poussée du SIG permet d'automatiser des tâches comme le recensement des ouvrages en terres mis en place par EGIS. Il se base sur une détection des déblais / remblais par comparaison du projet avec le terrain.

- Étape 1 : localiser les déblais / remblais
 - ❑ Création de PT, perpendiculaires à l'axe
 - ❑ Obtention de l'altimétrie des axes
 - ❑ La différence entre les hauteurs d'axe et le RGE Alti permet de distinguer les zones de déblai / remblai
 - ❑ Application de critère de surface (50m²) et de critère de hauteur (> 1,5 m)
- Étape 2 : Diagnostic des pentes
 - ❑ Délimitation surfacique de l'OT avec les ruptures de pente
 - ❑ Application d'un critère de pente (conserver les OT avec des pentes supérieures à 18°)

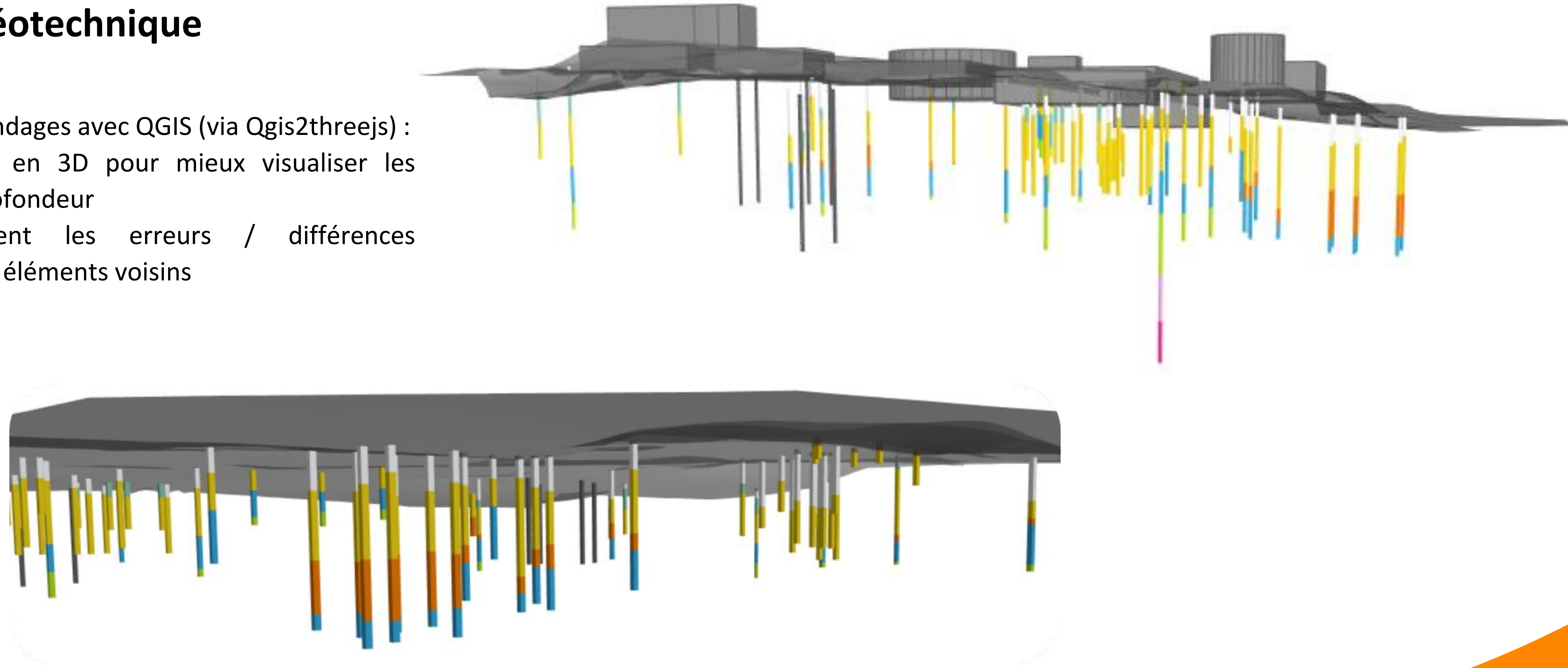


Utilisation du SIG en géotechnique

SIG en géotechnique

Exemple de visualisation des sondages avec QGIS (via Qgis2threejs) :

- Représenter les forages en 3D pour mieux visualiser les variations latérales en profondeur
- Repérer plus facilement les erreurs / différences d'interprétations en deux éléments voisins

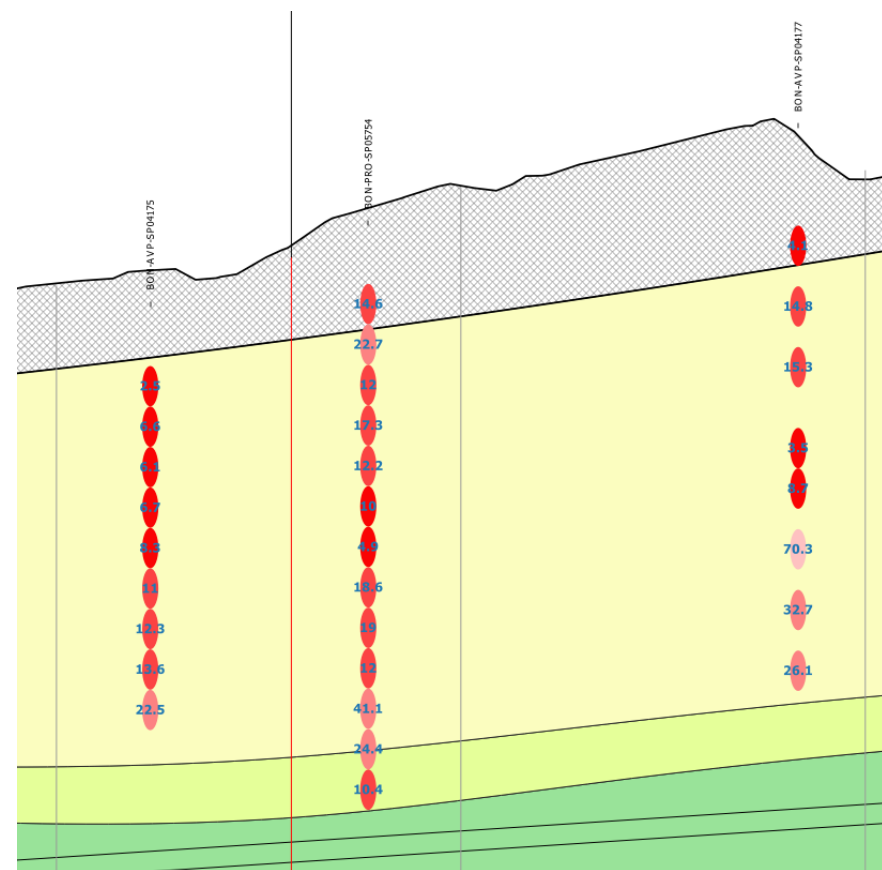


Utilisation du SIG en géotechnique

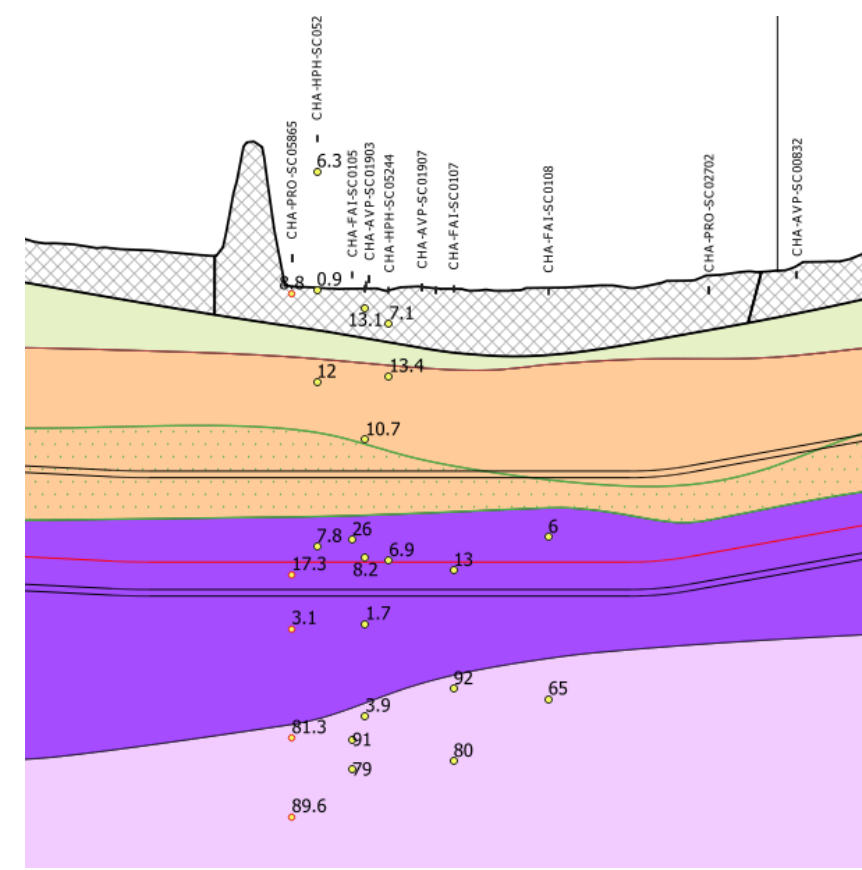
SIG en géotechnique

Exemple de la réalisation d'un profil en long avec QGIS :

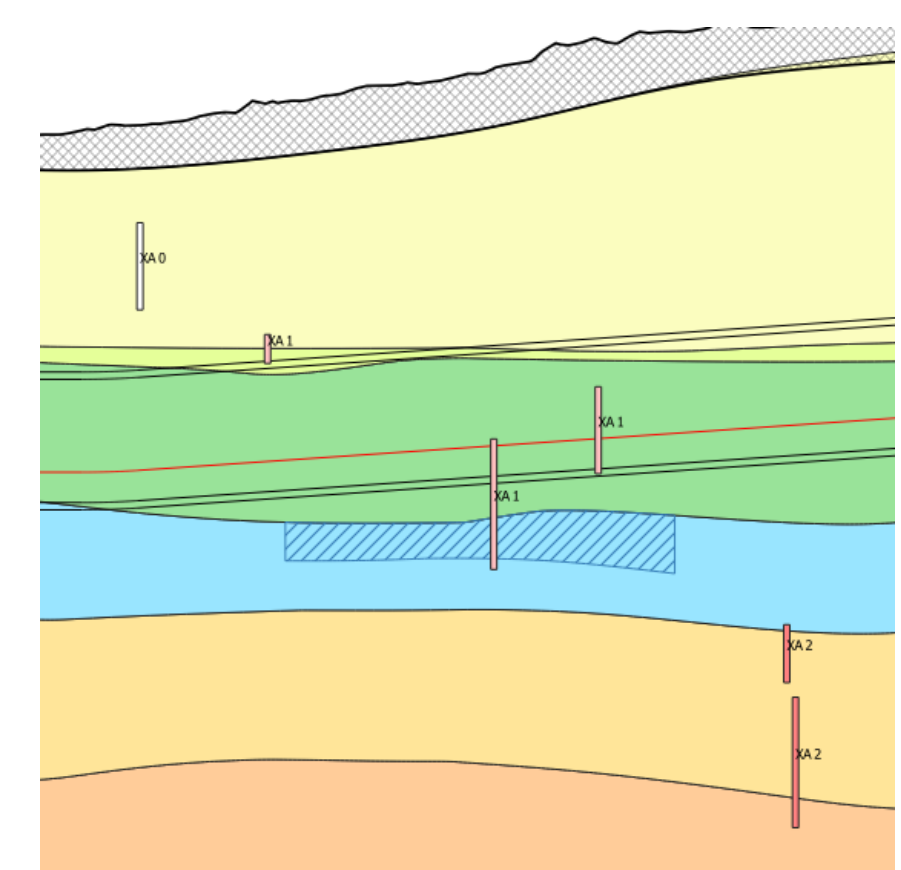
- Représenter les données selon la profondeur afin de mieux visualiser les données dans leur ensemble
- Permet d'analyser la donnée et de repérer d'éventuelle erreurs
- Le PL s'adapte facilement aux évolutions du projet



➤ Essai pressiométrique



➤ Essai de labo (%de fines)



➤ Essai d'agressivité (béton)

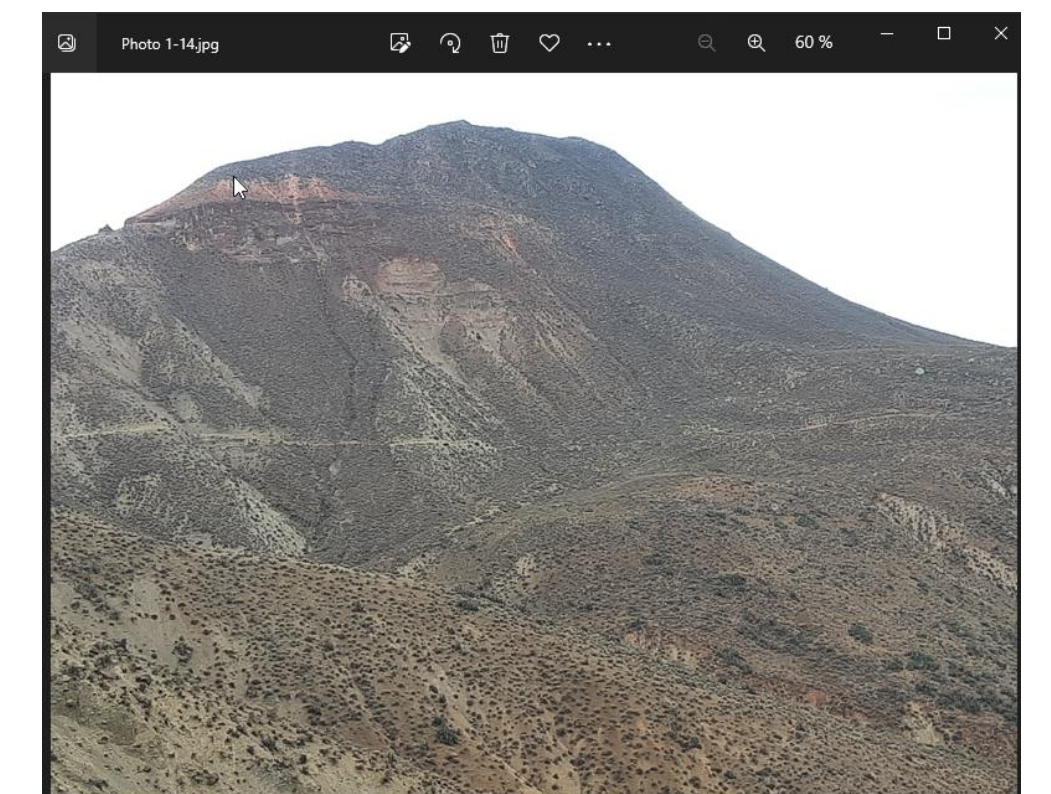
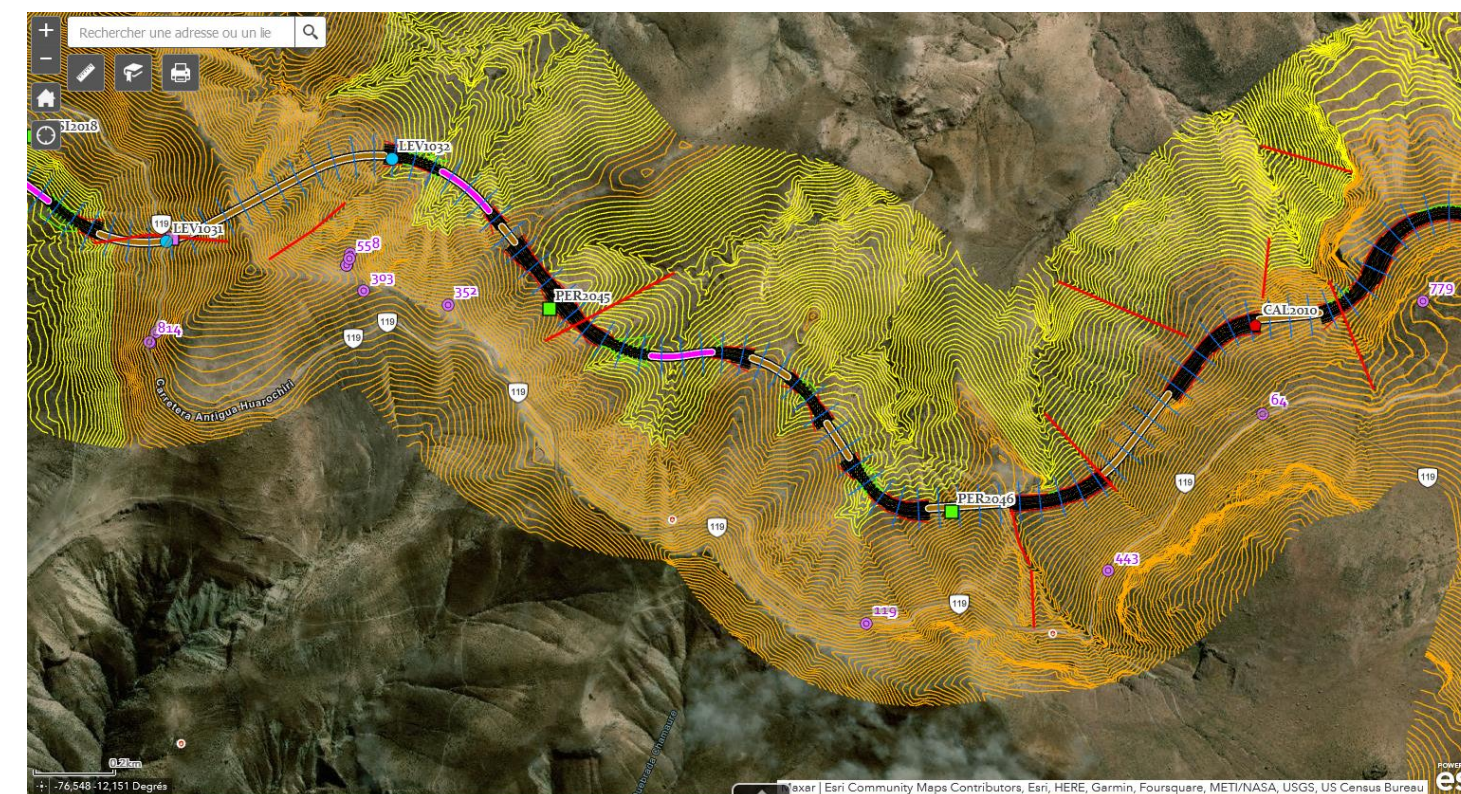
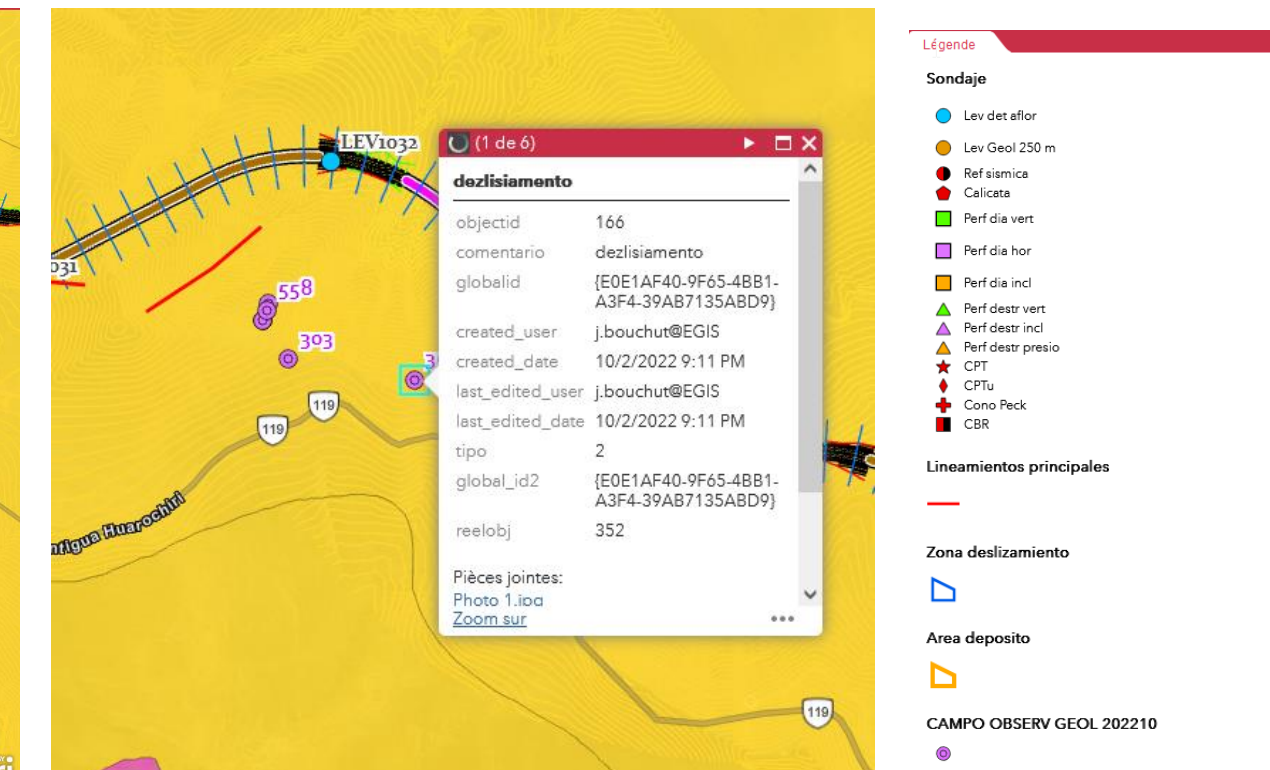
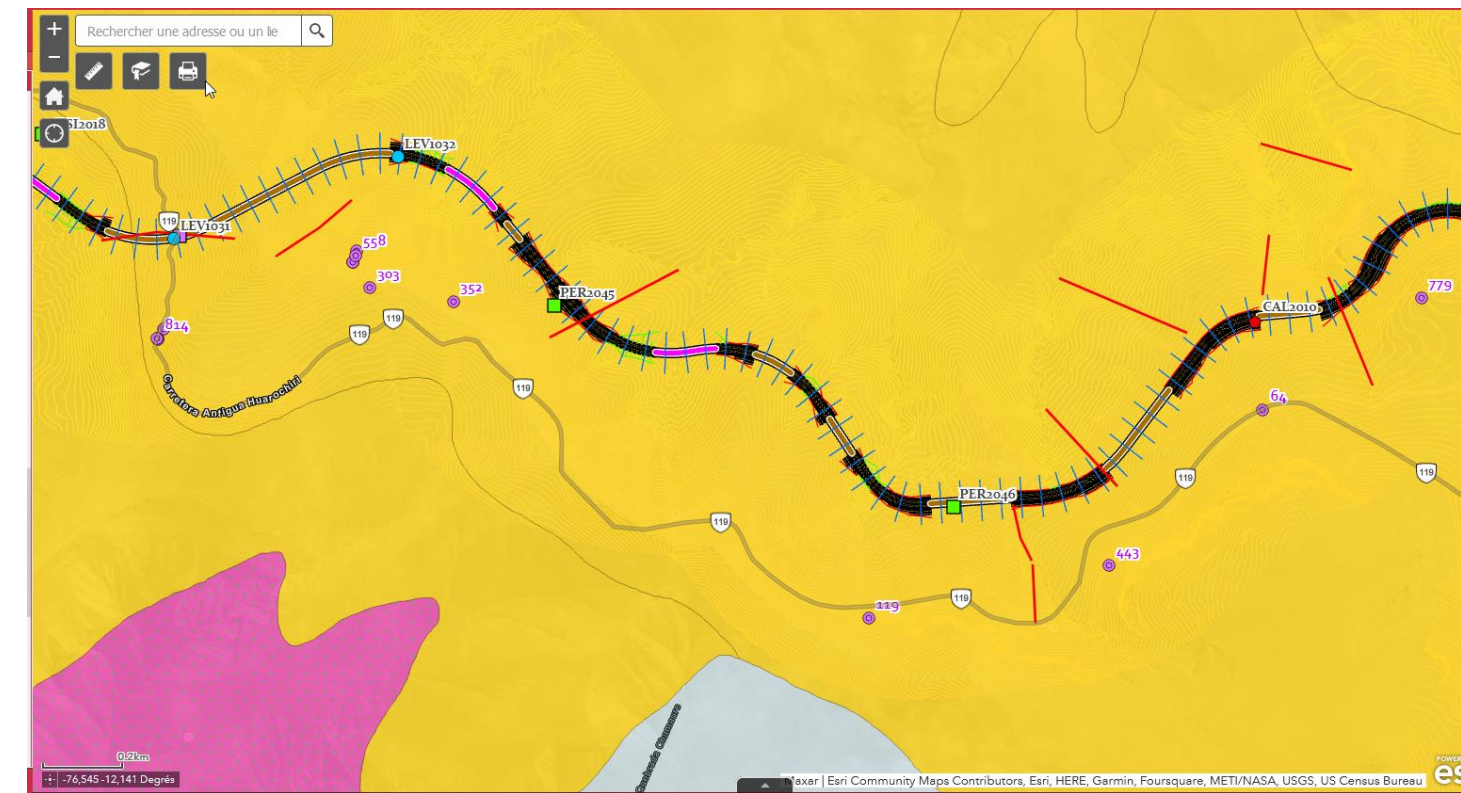
Utilisation du SIG en géotechnique

SIG en géotechnique

Projet NCC : nueva caratera central. Autoroute de 190 km entre Lima et Yauli, dans les Andes. Région très montagneuse, l'autoroute passe de 0 à 4800 m d'altitude.

SIG utilisé pour la mise à disposition de toutes les données, travaux et observations :

- Exemples de données existantes : base de données de mouvements de terrain, cartes géologiques, réseau hydraulique, orthophotos, réseaux électriques, contraintes archéologiques et environnementales
- Données du tracé (différentes alternatives avec positionnement des ouvrages d'art, tunnels, murs de soutènement, remblais et déblais)
- Observations de terrain : prises de photos et de note sur le terrain avec l'application Field Maps (téléchargement du contenu en anticipation)
- WebSIG consultable en permanence par l'équipe pour disposer des données actualisées et des contraintes de chaque discipline





cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

Développement plus spécifique SIG

Apport d'ArcGIS

Utilisation du SIG en géotechnique

Usage d'Arcgis : Outil automatique et interactif d'évaluation du potentiel de dommages du « bâti » sous l'effet d'un ouvrage souterrain

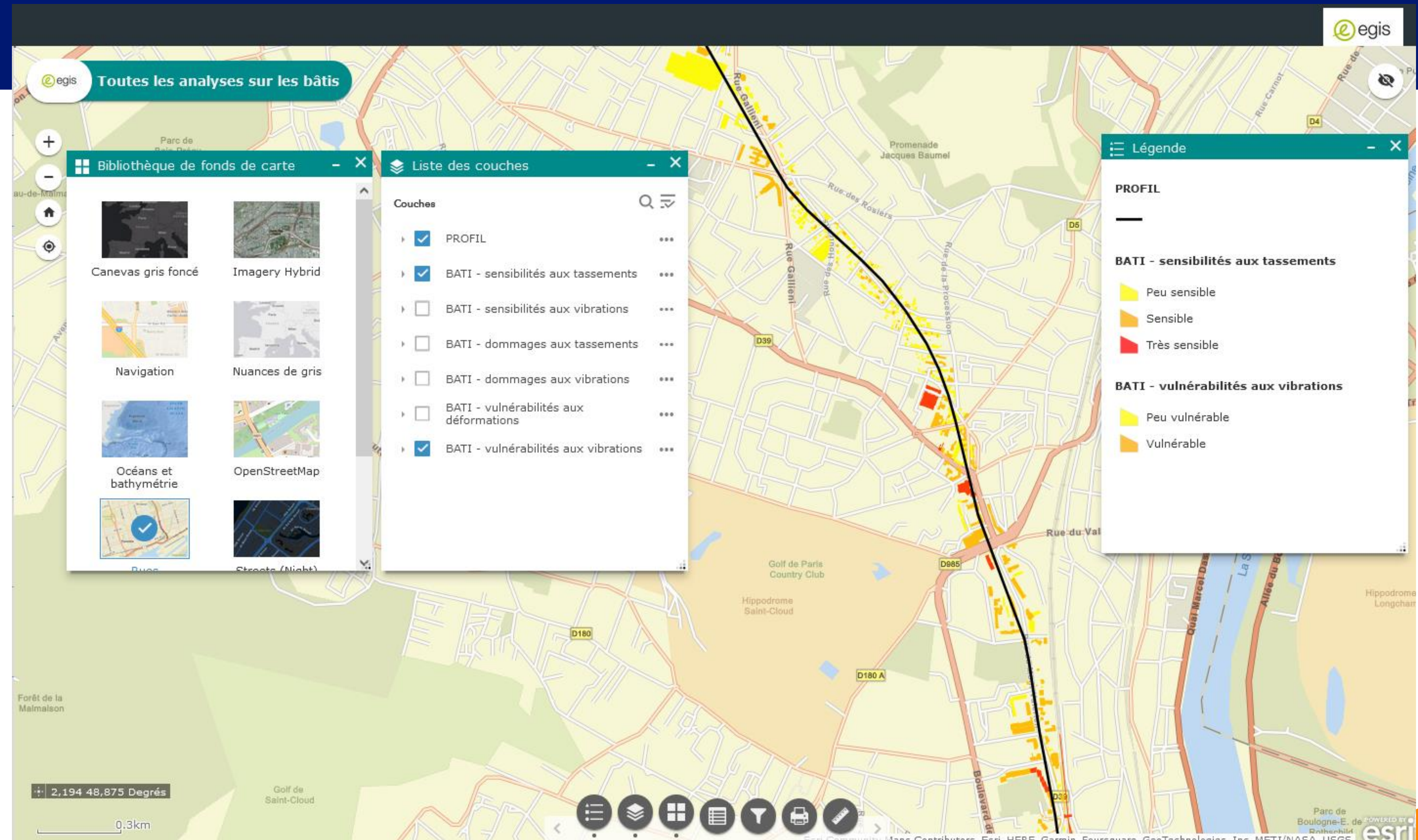
Automatisation du process d'évaluation du potentiel de dommages à l'échelle d'une infrastructure linéaire urbaine

- **Les Entrants** : SIG du tracé de l'infrastructure / SIG du bâti / BDD du bâti / PL géotechnique
- **Le Process** : calcul automatique du tassement du sol dû au creusement d'un tunnel ou d'une gare selon la méthode Peck (1969). Puis croisement d'une matrice de vulnérabilité / matrice des classes de dommages (définition des seuils de déformation pour chaque classe de sensibilité) pour déterminer le potentiel de dommage de chaque bâti appartenant à la ZIG
- **Le Principe de calcul** : la cuvette de tassement « en champs libre » est assez bien approchée par une courbe de Gauss. Calage de cette courbe à partir du diamètre et de la profondeur du tunnel, d'un paramètre de sol, du volume perdu VL propre à chaque technique de creusement
- **Les sortants** : génération des isolignes de tassement / calcul des trois composantes : tassement maximal absolu, tassement maximal différentiel et déformation maximale horizontale au droit de chaque bâti / détermination du potentiel de dommages de chaque bâti
- **Références** : BRE Digest 251 et Recommandation de l'AFTES n° GT16.R1F1 et n° GT16.R2F1.

Utilisation du SIG en géotechnique

Un TABLEAU DE BORD :

- ▶ fournit des analyses géographiques à l'aide d'une visualisation de données intuitives et interactives sur un seul écran (selon différents fonds de carte)
- ▶ Tableaux de bord connectés à la base de données : MAJ en temps réel



Utilisation du SIG en géotechnique

Une **FICHE D'INFORMATION** (fenêtre contextuelle personnalisable) qui renseigne sur :

- Répartition du type de fondation pour la fenêtre visualisée (mise à jour interactive avec le zoom de la carte)
- Répartition de la destination des bâtiments
- Répartition du type de bâtiment
- La répartition des classes de sensibilité

Sensibilités aux DÉFORMATIONS

1 sur 253

Identifiant bâti: 92050DP0004-01

Informations générales:
 Commune de NANTERRE
 Adresse: Av Maréchal Joffre / La Boule
 Type d'activité : #REF!
 Précision de la typologie: OS

Informations structurelles:
 Nombre de niveaux: Sans objet
 Nombre de sous-sols:
 Nature de la fondation: Parois Berlinoises avec parement **beton projete habille**
 Cote base fondation: 30,000000

253 bâtis
 Dernière mise à jour : il y a quelques secondes

Sensible 30,43%
 Très sensible 3,56%
 Peu sensible

● Peu sensible 167 ● Sensible 77 ● Très sensible 9

Cliquez sur un élément du graphique, tous les autres indicateurs et fiche bâti s'actualiseront.

Type de fondation

Superficielles ou semelles profondes armées épaisseur 50 cm	1
Radier ou voute	1
superficielles	1
Semelles sous parois Berlinoises avec parement beton projete habille Pieux	1
Puits	1
Profondes	10

Cliquez sur un élément du graphique, tous les autres indicateurs et fiche bâti s'actualiseront.

Catégorie

Habitation et Bureaux Centre hospitalier ou bâtiment médicalisé Local technique	1
OS	1
OAS	1
RDD	1
Null	1
Industrie	1
Parking/garage	1
Commerce	1

Cliquez sur un élément du graphique, tous les autres indicateurs et fiche bâti s'actualiseront.

Destination

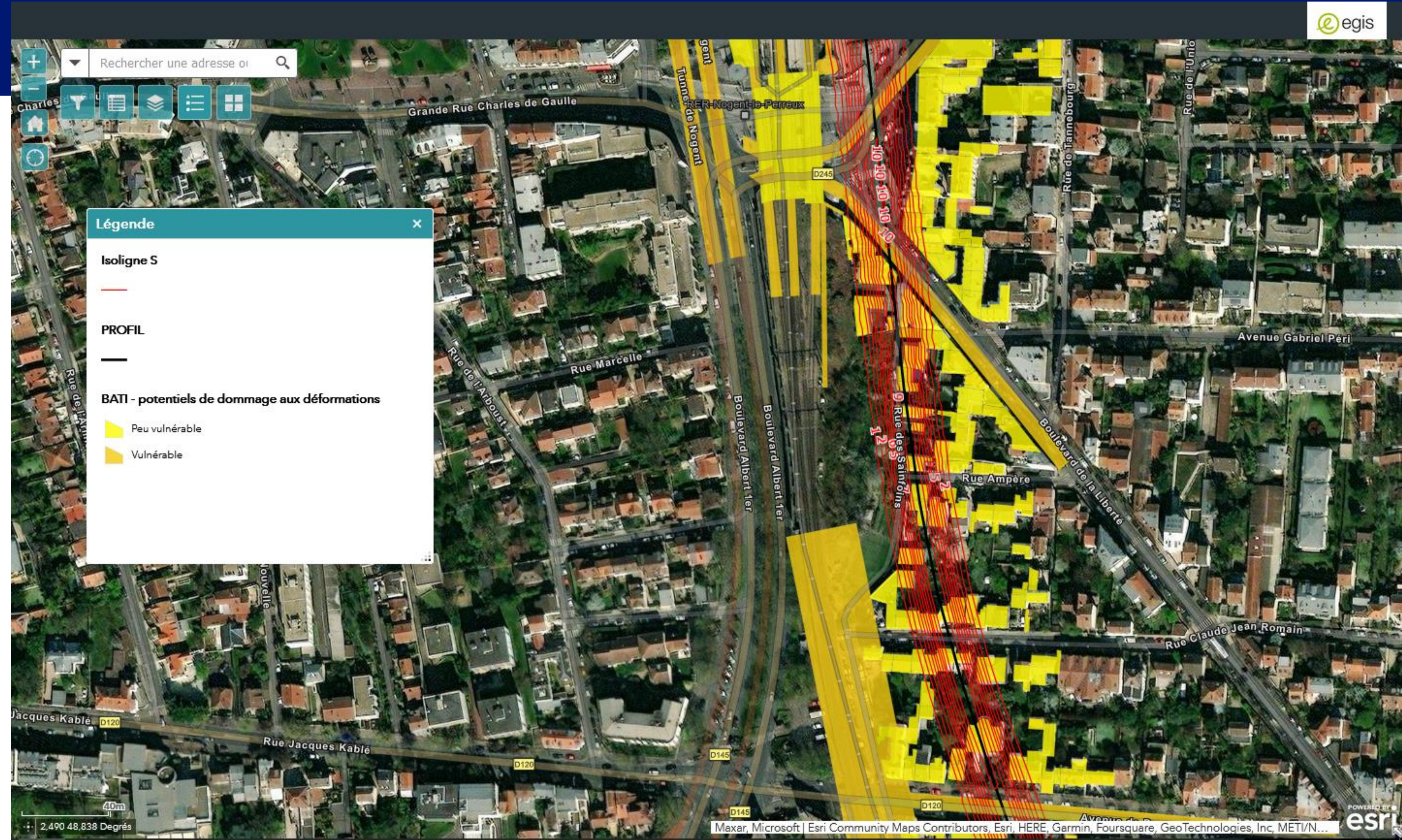
Local Stockage Logements Collectifs + Commerce Peugeot Motos Au Rdc Pièce vaillante	1
SIAAP Centre De Loisirs : Salles Rdc + Hébergement Evénementiel + Logements	1
Hotel	1
Null	1
Bureaux Administratif	1

Cliquez sur un élément du graphique, tous les autres indicateurs et fiche bâti s'actualiseront.

Utilisation du SIG en géotechnique

Une CARTE DES DÉFORMATIONS :

- Isolignes des tassements absolus
- Isolignes des tassements différentiels
- Indication du potentiel de dommage de chaque bâti



Utilisation du SIG en géotechnique

RESULTAT : Affectation à chaque

bâtiment de son potentiel de dommage

➤ Visualisation sur la carte par un code couleur

➤ Fiche d'information : synthèse des classes de dommage, type de fondation, catégorie de bâti, destination,

Potentiels de dommage aux VIBRATIONS

1 sur 56

Identifiant bâti: 92050DP0007-01
 Type d'activité : RATP
 Précision de la typologie: OAS

Informations structurales:
 Nombre de niveaux: Sans objet
 Nombre de sous -sols: Sans objet
 Nature de la fondation: Radier
 Cote base fondation: 32,000000
 Fiabilité: 4

Diagnostics et analyses:
 Classe de vulnérabilité aux vibrations: 1
 stat: 4.69

56 bâtis
 Dernière mise à jour: il y a une minute

peu vulnérable 85,71%
 vulnérable 10,71%
 très vulnérable 3,57%

● peu vulnérable 48 ● vulnérable 6 ● très vulnérable 2

Cliquez sur un élément du graphique, tous les autres indicateurs et fiche bâti s'actualiseront.

Type de fondation

Superficielles massif
 macognerie
 Radier (fondation superficielle)
 Fondations superficielle
 Puits, barrettes et
 superficielles
 Semelles superficielle (murs en L)
 Fondations superficielles
 Voies ballastées sur plateforme ferroviaire
 Semelles filantes
 fondation superficielle

Cliquez sur un élément du graphique, tous les autres indicateurs et fiche bâti s'actualiseront.

Catégorie

Culte
 RDD
 Habitation et Bureaux
 Ouvrages de soutènement
 Centre hospitalier ou bâtiment médicalisé
 Immeubles R+10
 Commerce
 Réseaux non déviables
 ERP
 Ouvrages d'art aériens

Cliquez sur un élément du graphique, tous les autres indicateurs et fiche bâti s'actualiseront.

Destination

Stockage Fuel
 Station Service +
 Atelier
 BUREAU DE MÉCANIQUE
 Société +
 Maison De Gardien
 Pôle Emploi
 Habitation + Commerce
 Laboratoire
 Site International + Entrepôt
 Générale De Bâtiment
 L'Éclairage
 Hospitalier - B + D
 Travaux De Menuiserie
 Bois + Pvc

Cliquez sur un élément du graphique, tous les autres indicateurs et fiche bâti s'actualiseront.



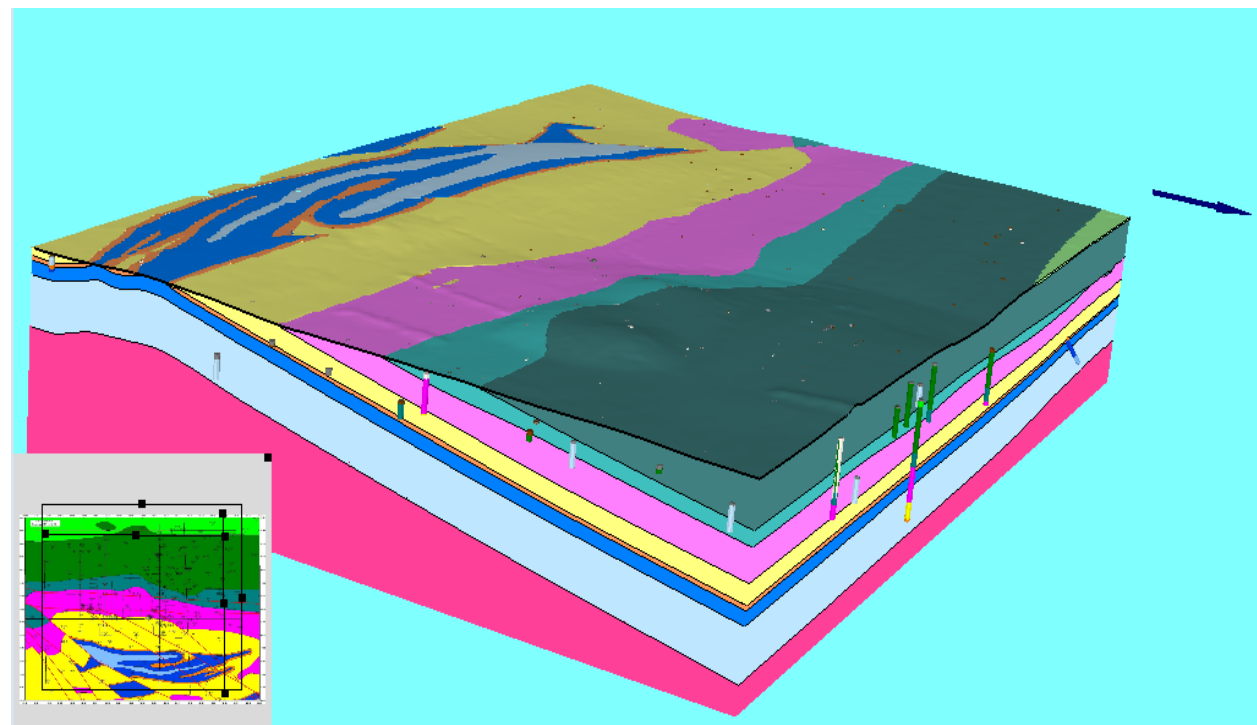
cfmms
COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

BIM et SIG

Utilisation d'un format d'échange commun

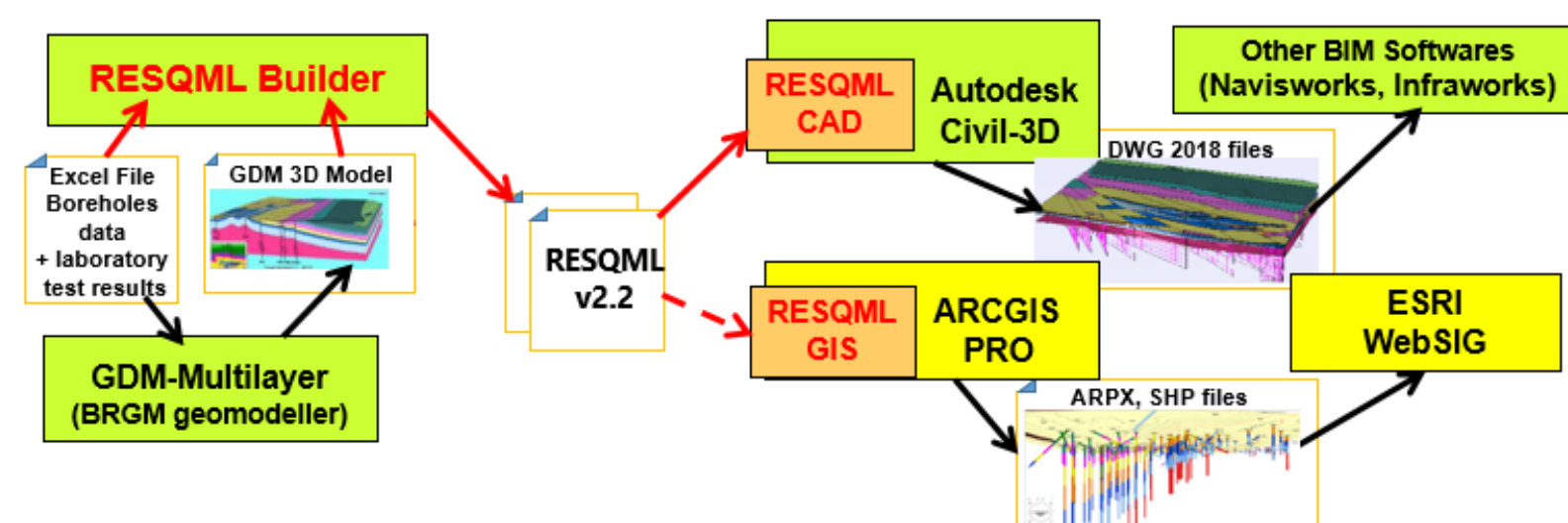
BIM et SIG

BIM, du modèle géologique vers la maquette géotechnique



Le développement du BIM par EGIS, passe par l'utilisation d'un format d'échange de donnée unique (RESQML) et commun au différent logiciel métier, permettant d'assurer l'unicité de la donnée.

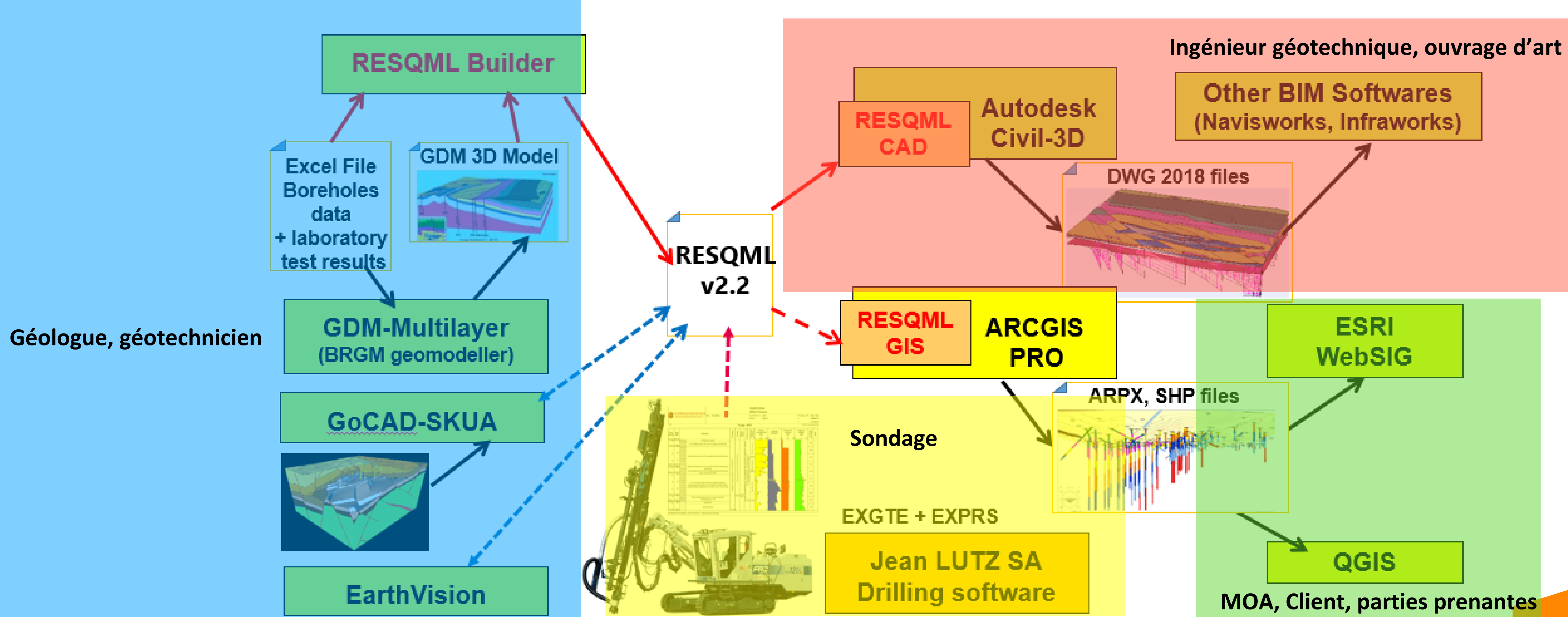
Dès lors, le travail d'EGIS a été de développer différent module (ou connecteur) permettant d'assurer la lecture du fichier d'échange par les logiciels métiers spécifiques.



- Le Travail de modélisation géologique est basé sur le logiciel GDM du BRGM.
- **RSQML Builder** permet de construire le fichier d'échange initial (RESQML) du projet
- **RSQML CAD** permet de l'importer et l'utiliser sous Civil 3D qui est le logiciel de dimensionnement des structures utilisé par EGIS
- **RESQML GIS** permet de l'importer et l'utiliser sous ArcGIS

BIM et SIG

Management de la donnée d'une maquette géologique / géotechnique



BIM et SIG

RESQML CAD/Builder

Transfert des limites de couche avec leurs propriétés

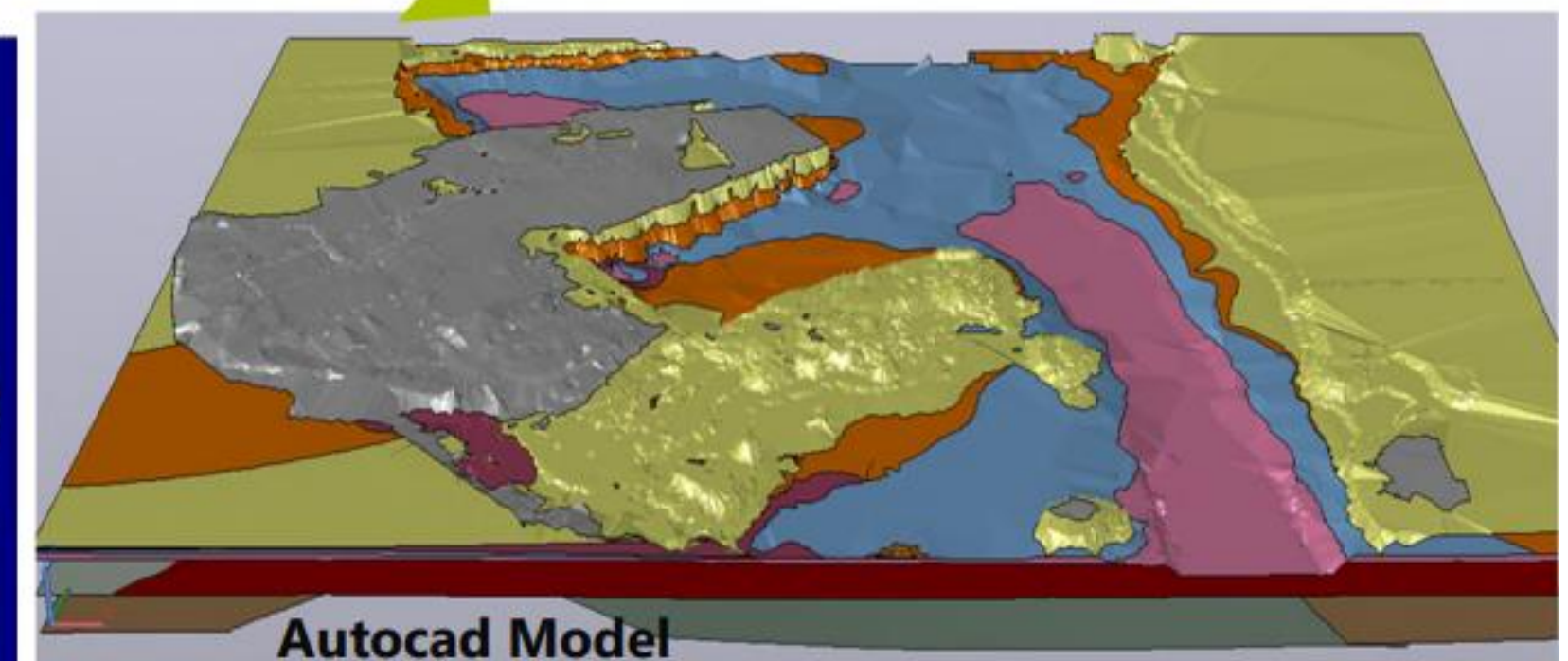
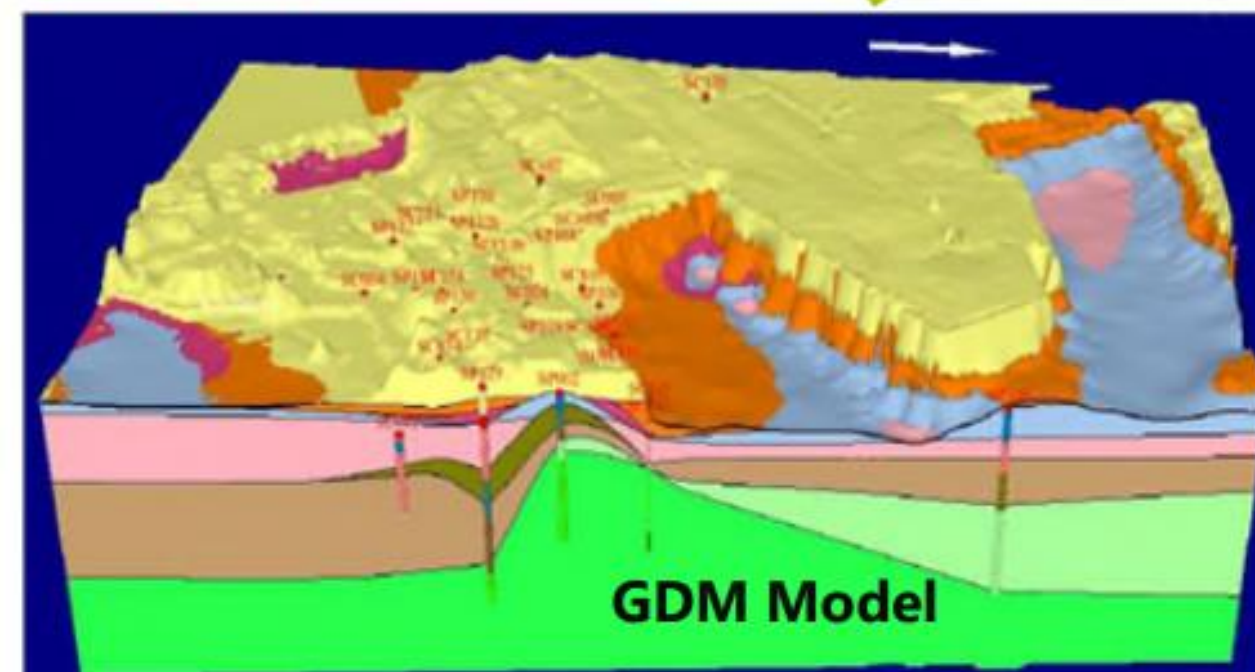
HORIZON TRANSFER

Formation	Type Surf.	Description
Rb	EROD	Remblai
3a1		Sables coquilliers
3a2		Vase, silts, sables argileux
3b		Tourbe
3c		Argiles bleues
4a		Argiles bariolées et tufs
4b1		Argiles d'altération
4b2		Argiles à blocs
4c		Calcaires altérés
4d		Calcaires sains

RESQML Builder

EPC + HDF5

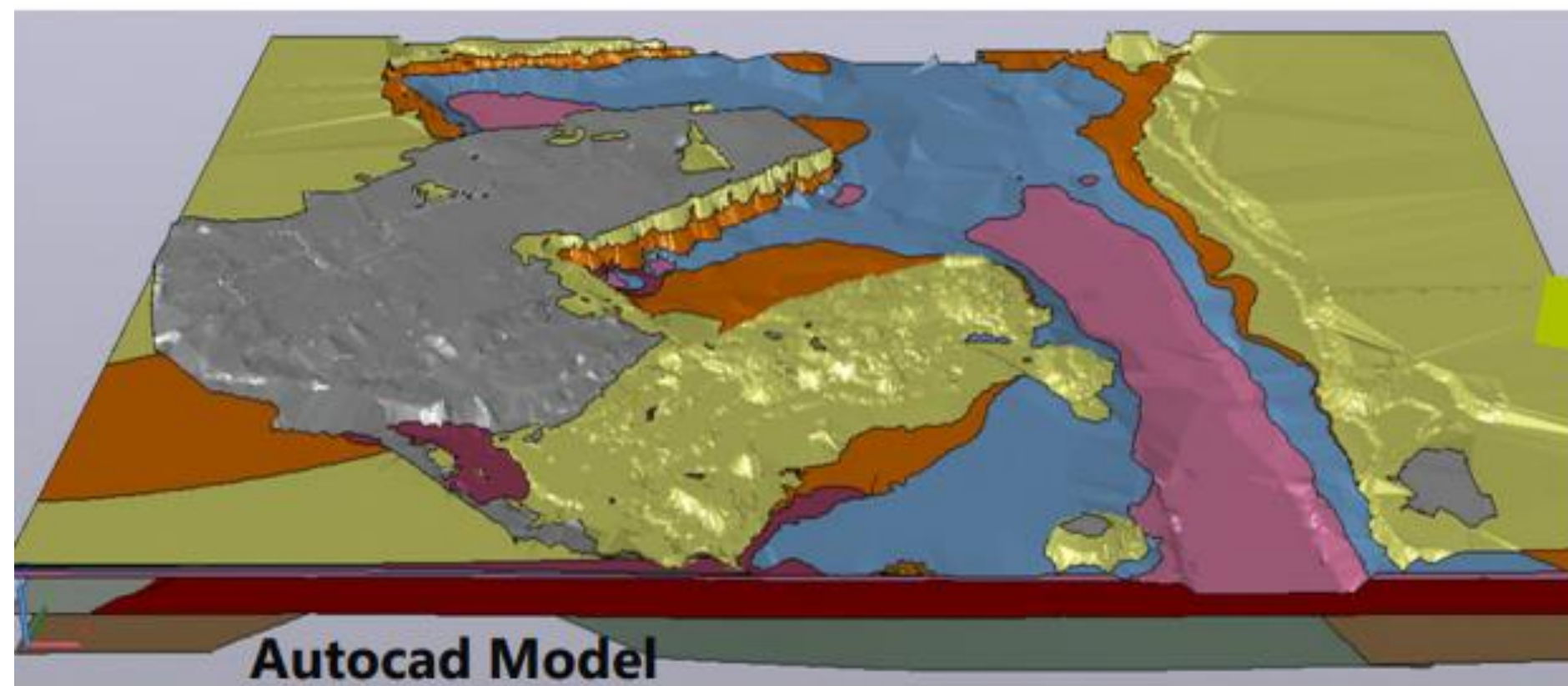
RESQML-CAD



BIM et SIG

RESQML CAD/Builder

Transfert des limites de couche avec leurs propriétés



PROPRIÉTÉS

Surface triangulée

DOCUMENTATION

- Hyperlien
- Notes
- Documents de référence (0)

JEUX DE PROPRIÉTÉS

Données des limites de couches

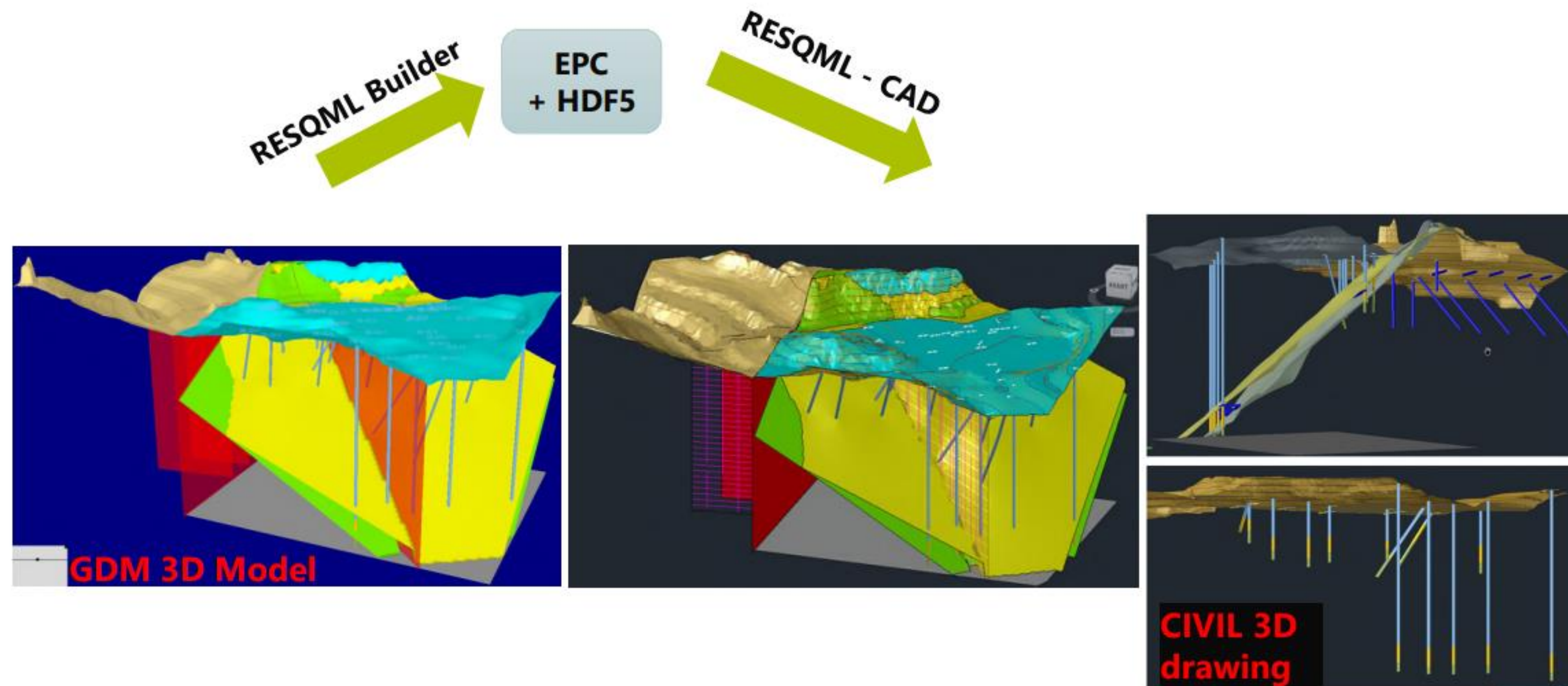
01_Nom de l'horizon	[Geotec] Toit 4a
02_Type d'horizon	Toit
03_Code de la formation	4a
04_Nom de la formation	Argiles bariolées et tuffe
05_Type de modèle	[Geotec]
06_Nom du modèle	Modele 06 Géotechnique
07_Date du modèle	19/12/2018
08_Géomodeleurs 3D	GDM Multilayer 2018
09_Auteur du modèle	jm.leonard
10_Modifié par	jm.leonard
11_Source EPC	GUADELOUPE_Modele06-Geotec_2018-...
12_Version EPC	V2.2
13_UUID	0ba5bb12-707b-4d5d-a070-ad928e0d...
14_Numéro de la zone	0
15_Nombre de zones	1
16_Nombre de triangles	129276
17_Nombre de points	65123
18_Nb de contour externe	1
19_Nb de contours internes	1
20_Code EPSG	4559

Layer properties tranfered from RESQML into DWG

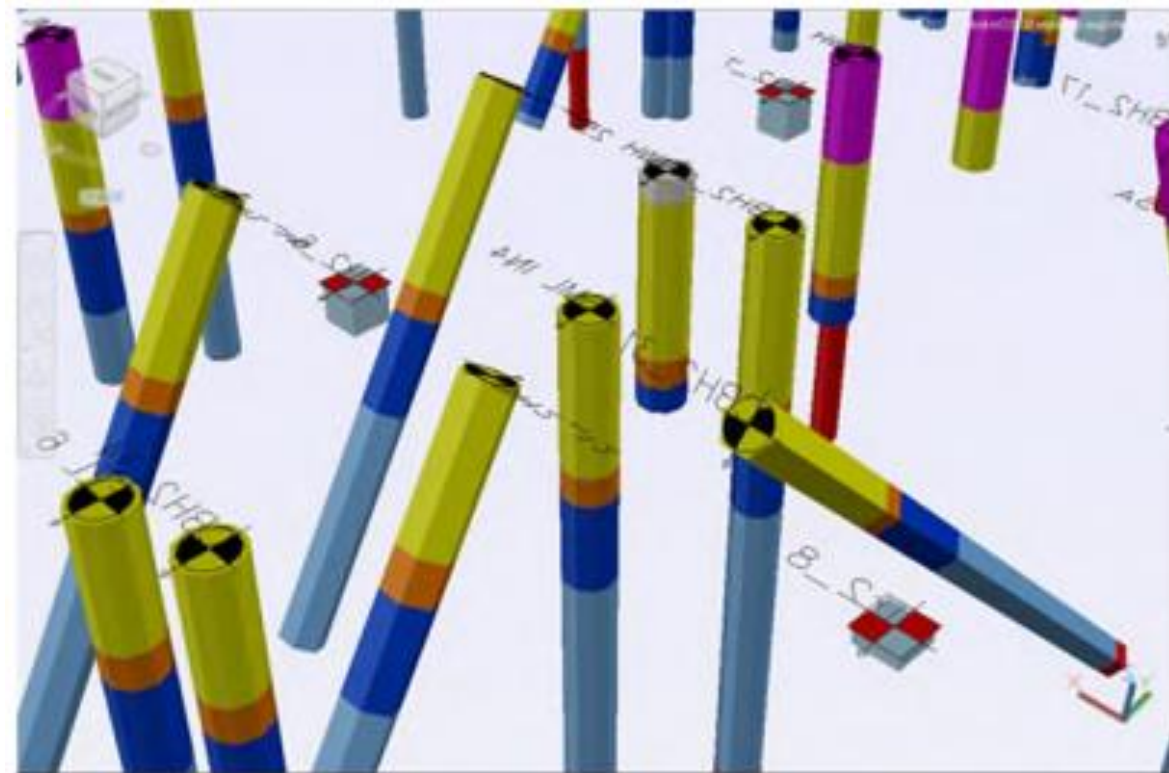
BIM et SIG

RESQML CAD/Builder

Transfert des sondages



RESQML CAD/Builder



JEUX DE PROPRIETES	
ResqmlCAD Sondage Passe Properties	
01_Nom du sondage	BH-SD13
02_Type du sondage	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE
03_Statut du sondage	Sondage Réalisé
04_Date de réalisation	15/03/2019
05_Date d'interprétation	15/03/2019
06_Type de modèle	[Geolog]
07_Nom du modèle	
08_Date du modèle	15/03/2019
09_Auteur du modèle	jm.leonard
10_Modifié par	jm.leonard
11_Orientation du sondage	Dévié
12_Longueur du sondage	138.25 m
13_Source EPC	Gold-Mining_Model03_5x5m_2019-03-15.epc
14_UUID	cc517503-1a94-4ea5-b557-b757b8fe0330
15_Profondeur début passe	100.15 m
16_Profondeur fin passe	118.35 m
17_Longueur de la passe	18.2 m
18_Code litho de la passe	Vein
19_Nature de la passe	Filon
20_Description détaillée	

Les propriétés du sondage sont attachés au sondage. Les principales propriétés sont:

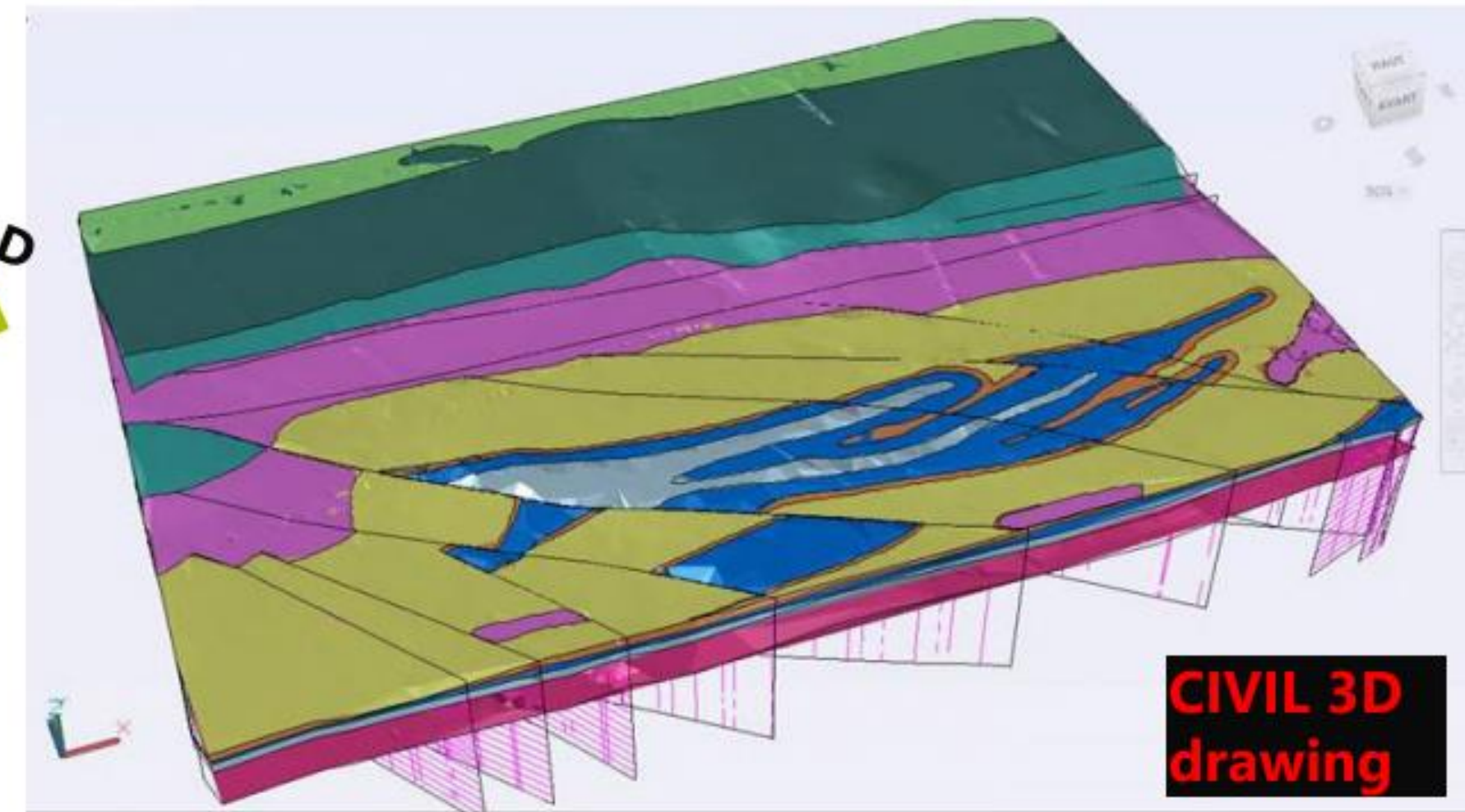
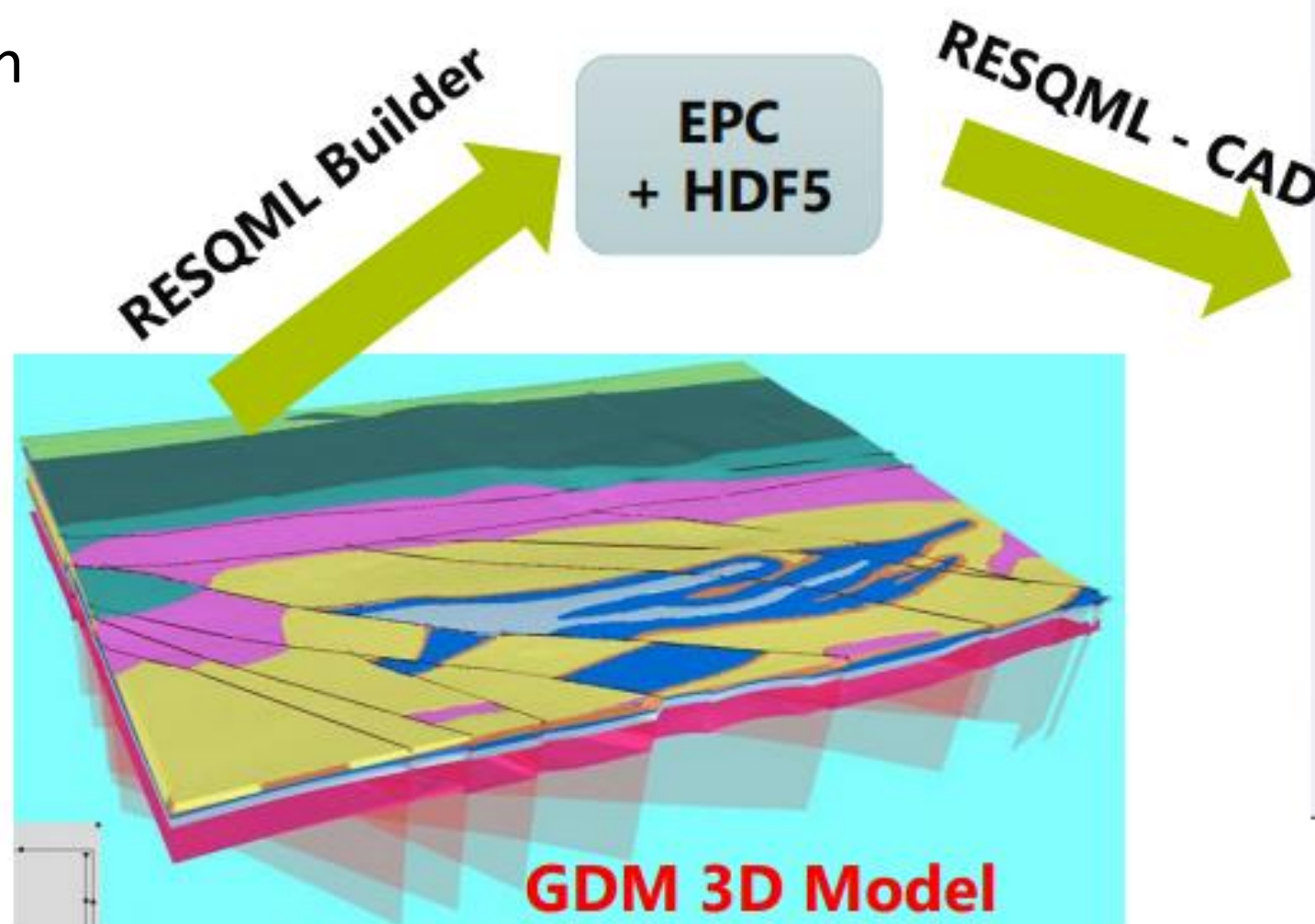
- Le nom et le type de sondage
- Son état (réalisé / simulé / prévu)
- La date de réalisation et d'interprétation
- Propriété du modèle (type, nom, date)
- Les auteurs du modèle
- L'orientation et la profondeur du sondage
- Le nom EPC associé
- UUID
- etc

BIM et SIG

RESQML CAD/Builder

Transfert des failles:

- Modèle géologique avec 9 couches et un certain nombre de faille
- Les failles sont représenté verticalement par GDM
- RESQML CAD peut importer des failles inclinées
- Chaque faille a ses propres caractéristiques



**CIVIL 3D
drawing**

BIM et SIG

RESQML GIS

Interface graphique :

- A : Sélection des sondages
- B : Paramètres des sondages affichés
- C : Paramètre de la représentation

NOM	TYPE	ORIENTATION	INTERPRETATION	LENGTH
BH-SD30	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	218,35
BH-SD08	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	105
BH-SD20	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	72,45
BH-SD25	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	128,85
BH-SD09	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	142,8
BH-SD26	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	151,3
BH-SD22	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	75,7
BH-SD01	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	INCLINED	[Geolog]	106,4
BH-SD06	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	156,85
BH-SD16	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	55,35
BH-SD17	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	65,85
BH-SD19	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	65,2
BH-SD21	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	77,45
BH-SD24	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	91,05
BH-SD07	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	130,75
BH-SD18	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	69,35
TR-SDTE	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	HORIZONTAL	[Geolog]	40
BH-SD14	TYPE NON DEFINI OU NON DISTINGUE	DEVIATED	[Geolog]	60,7

Interprétation: [Geolog] Type: Non Défini Orientation: Non Défini

Sondage Réalisé Sondage Simulé Sondage Planifié

XMIN: 822443 YMIN: 7864296 PROF MIT: 0

XMAX: 822840 YMAX: 7864600 PROF MA: 2000

Nombre de points: 3 Diamètre: 1

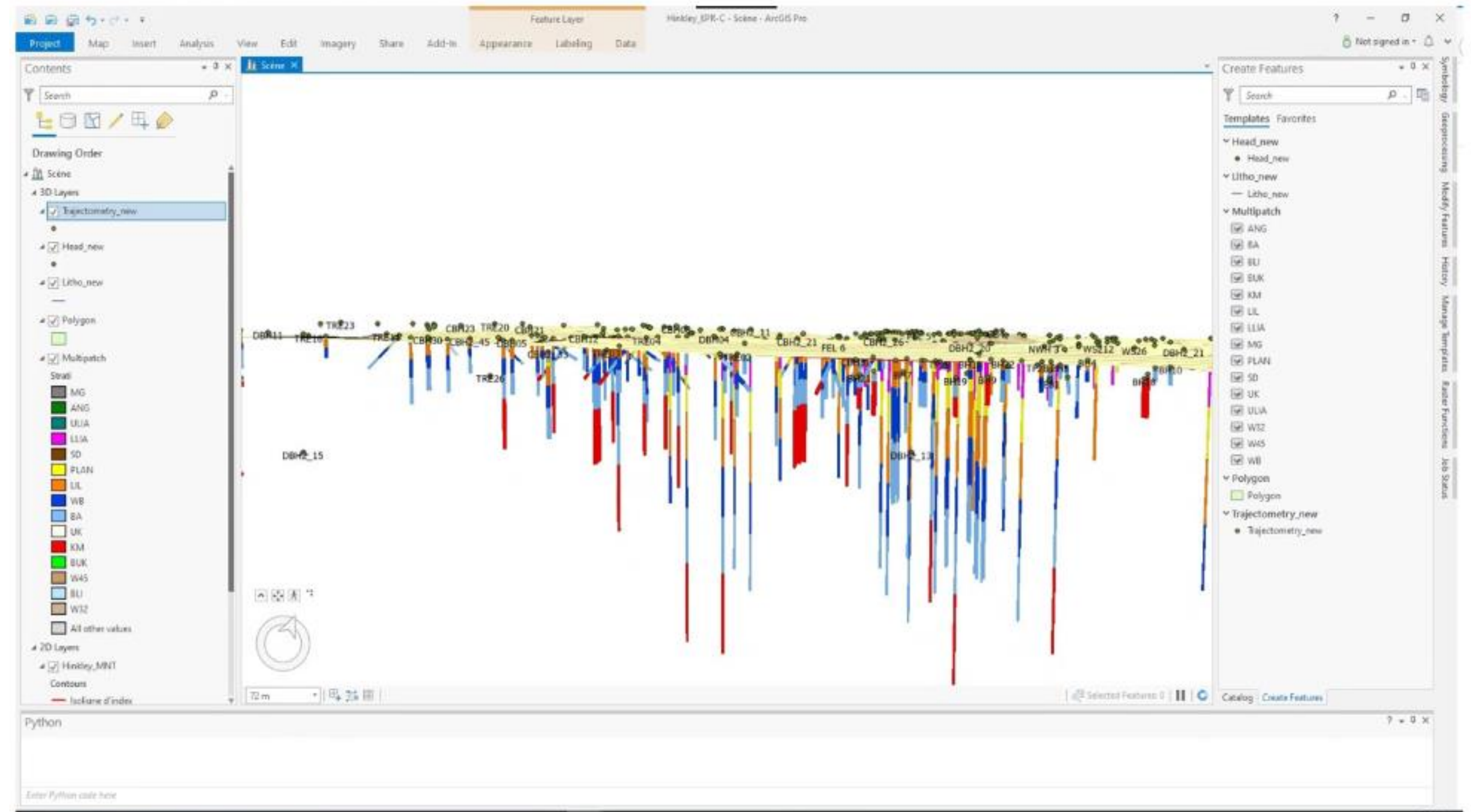
Importer Annuler

BIM et SIG

RESQML GIS

Interface graphique :

- Représentation des sondages en 3D
- Représentation des couches interprétées
- Accès à la donnée

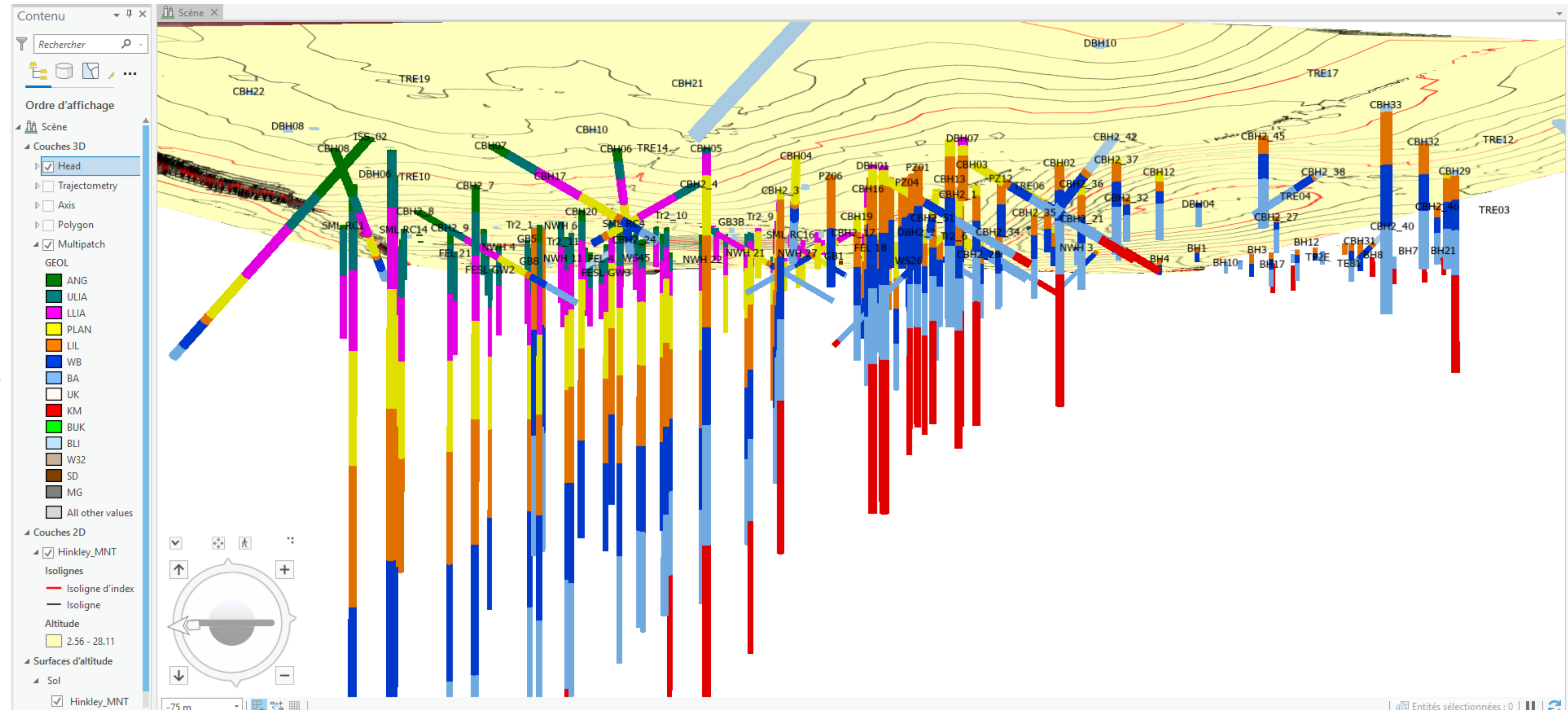


BIM et SIG

RESQML GIS

Interface graphique :

- Représentation des sondages en 3D
- Représentation des couches interprétées
- Accès à la donnée



BIM et SIG

RESQML GIS

Interface graphique :

➡ Possibilité de sélectionner les données à représenter



Merci

Merci de votre attention