



cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

Gestion des Données et nouvel environnement numérique en Géotechnique

OpenGeotech : un nouvel outil de partage et de capitalisation de la connaissance géotechnique



ISABELLE HALFON / MICKAËL BEAUFILS

15 NOVEMBRE 2022

Sommaire de la présentation

- 1. Les données géoscientifiques au BRGM**
- 2. Le partage des données géotechniques : état des lieux, enjeux, défis**
- 3. OpenGeotech : les principes, les registres, les API, calendrier, ...**

1 - Les données géoscientifiques en libre accès au BRGM



➤ **Cartes géologiques harmonisées de la France** sont numérisées, **en téléchargement libre** depuis 2019 (1/50 000 + notice) sur le site InfoTerre <https://infoterre.brgm.fr/>

➤ **Banque du sous-sol (BSS) :**

➤ Données de forages, sondages, puits et sources (900 000 ouvrages bancarisés)

➤ **20 % possèdent une coupe géologique vérifiée** par le BRGM

➤ **Autres données numérisées** et en libre accès :

➤ BSS EAU : qualité des eaux souterraines

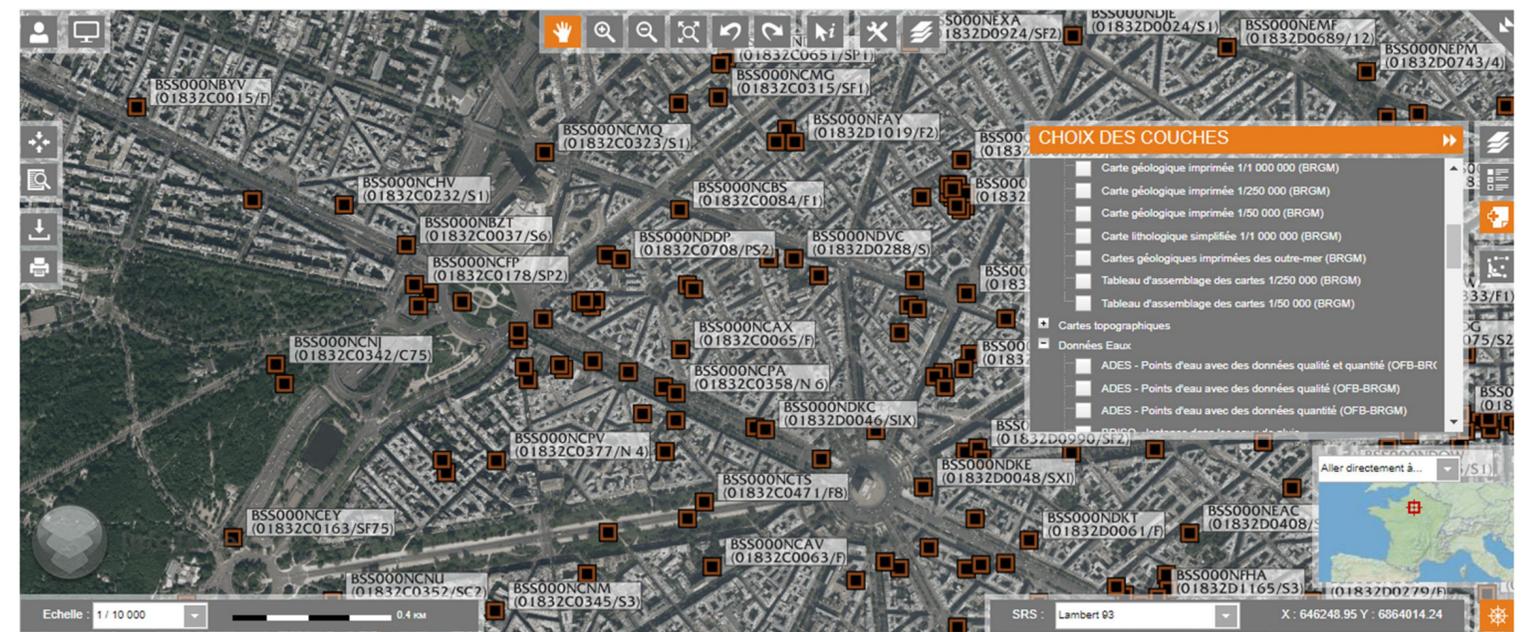
➤ BASIAS anciens sites industriels

➤ Mouvements de terrains

➤ Aléa retrait-gonflement argile

➤ Cavités souterraines

➤ ...

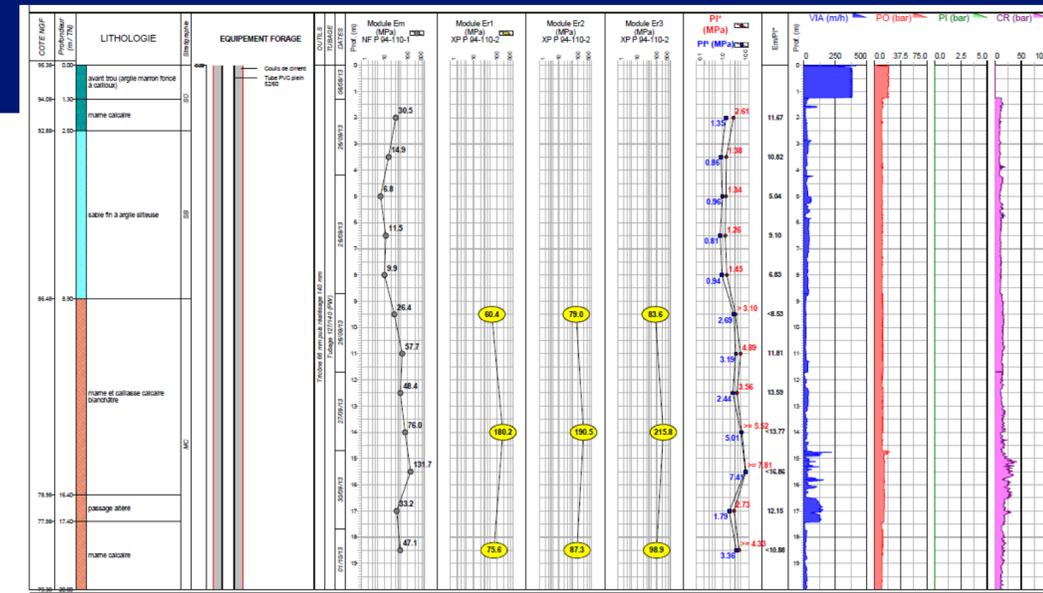


➤ **Registres BRGM** : <https://data.geoscience.fr/ncl/>

2 – Le partage des données géotechniques : état des lieux, enjeux, défis

Etat des lieux :

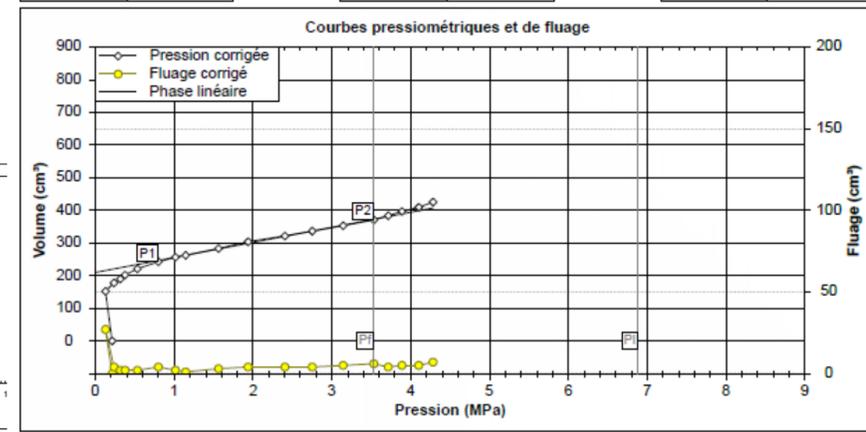
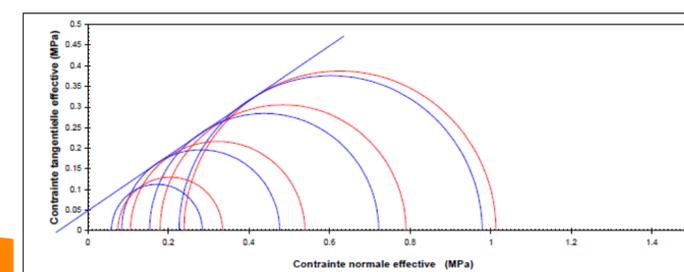
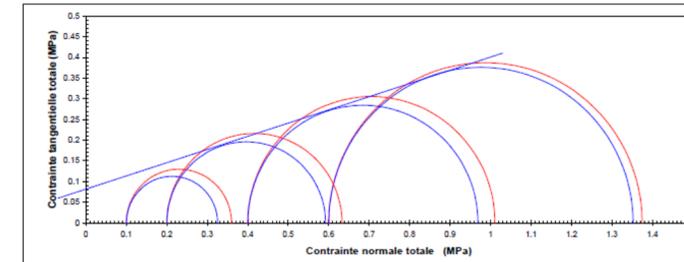
- Acquis au « coup par coup » pour chaque nouveau projet, rarement archivées et réutilisées, elles ne servent qu'une fois
- Pas toujours stockées sous formats numériques
- Sont acquises par une entreprise de sondages, un laboratoire ou un BE géotechnique mais sont la propriété du Maître d'ouvrage
- Pas systématiquement transmises au BRGM (ou bien dans des formats style pdf ou scans)



Paramètres initiaux				
	1	2	3	4
U _{CD} (MPa)	0.40	0.40	0.40	0.40
σ _v (MPa)	0.50	0.40	0.20	0.10
Paramètres au critère de rupture (σ ₁ -σ ₃) _{max}				
σ ₁ -σ ₃ (MPa)	0.774	0.511	0.433	0.280
σ ₁ (MPa)	14.4	14.3	14.2	15.0
σ ₃ (MPa)	0.358	0.219	0.098	0.027
σ ₁ ' (MPa)	0.628	0.465	0.322	0.205
σ ₃ ' (MPa)	0.387	0.305	0.218	0.130
Paramètres au critère de rupture (σ ₁ '-σ ₃ ') _{max}				
σ ₁ '-σ ₃ ' (MPa)	0.752	0.569	0.392	0.225
σ ₁ ' (MPa)	9.4	9.2	7.2	9.0
σ ₃ ' (MPa)	0.369	0.244	0.120	0.041
σ ₁ ' (MPa)	0.603	0.438	0.280	0.172
σ ₃ ' (MPa)	0.376	0.284	0.168	0.115

En contrainte totale	
Critère (σ ₁ -σ ₃) _{max}	
C _{cu} = kPa	80
φ _{cu} = °	18
En contrainte effective	
Critère (σ ₁ '-σ ₃ ') _{max}	
C _i = kPa	48
φ _i = °	34

Em (MPa)	51,249	PI (MPa)	6,886	Pf (MPa)	3,532
Em / PI*	7,758	PIi (MPa)	7,650	σ _{hs} (MPa)	0,280
PI* (MPa)	6,606	PIh (MPa)	6,886	P1 (MPa)	0,798
PI* (MPa)	3,252	PId (MPa)	4,283	P2 (MPa)	3,532



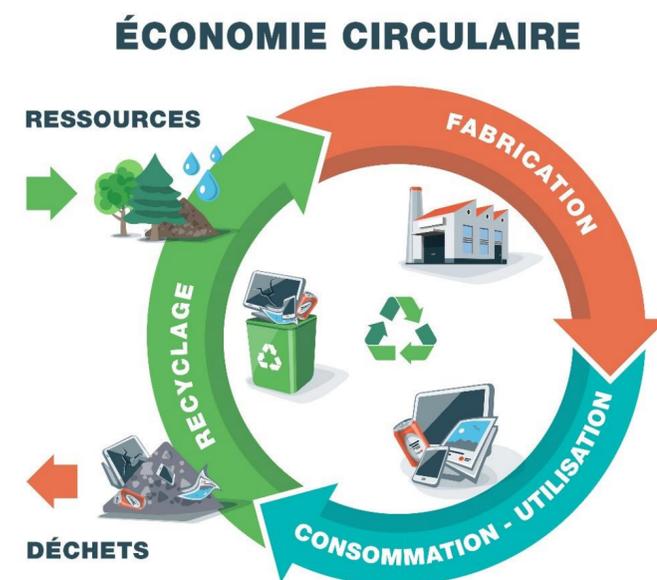
2 – Le partage des données géotechniques : état des lieux, enjeux, défis

Les enjeux :

- Réutiliser / recycler les données d'un projet à un autre
- Capitaliser la connaissance, conserver la « mémoire d'un projet »
- Fiabiliser les études d'esquisse ou de faisabilité pour lesquelles on ne réalise pas, en général de reconnaissances
- Améliorer l'accès à la connaissance pour tous (aménageurs, entreprises, bureaux d'études, chercheurs, universitaires, particuliers, ...)

Gain de temps et d'argent pour la collectivité

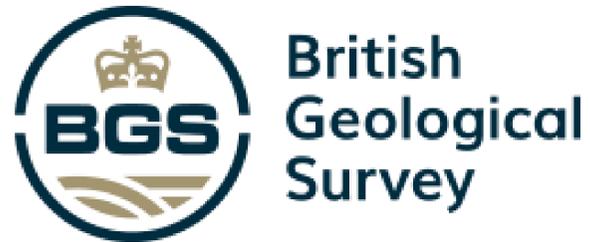
- Ne remplacera jamais une investigation, mais permet de mieux la définir, de cibler les problématiques et les risques



La donnée géotechnique est un bien commun, recyclable

2 – Le partage des données géotechniques : état des lieux, enjeux, défis

Exemple du Royaume-Uni : Communication au BGS des « ground investigation data » inscrite dans la dernière version du « Construction Playbook »



*The BGS estimates that **80% of borehole data is not reported to them**, resulting in an estimated loss of data and knowledge to the UK economy valued in the region of **£150-200 million per year**.*

*From now on if a government department or agency commissions a contractor to carry out work it should add into the contract **a clause that requires the provision of subsurface data to the BGS**. This will mean the data collected will become part of the UK repository of subsurface data allowing for greater access and re-use.*

*BGS has also put in place **data sharing agreements with organisations**, like Network Rail, Environment Agency and the Welsh Government, committing them, and their contractors, to provide their ground investigation records to the BGS.*

*This is a fantastic **FAIR** step forward towards the better re-use of data and will affect all construction/infrastructure work carried out by the public sector.*

<https://geospatialcommission.blog.gov.uk/2022/09/05/construction-playbook-why-the-relaunch-will-improve-re-use-of-ground-investigation-data/>

2 – Le partage des données géotechnique : état des lieux, enjeux, défis

Les défis, difficultés techniques : les données sont « hétéroclites »...

Sondages carottés, destructifs

Puits à la pelle, tranchées

Essais géotechniques :

- **in situ : SPT, pressiomètre, pénétromètre statique...**
- **en laboratoire : identification, essais mécaniques,...**

Mesures géophysiques :

- **en surface**
- **en sondage**
- **aéroporté**

Relevés LiDAR

...



... et ne sont pas toujours standardisées en termes de vocabulaire, de signification, de symboles, d'unité...

Nécessité de structurer, harmoniser les données

2 – Le partage des données géotechnique : état des lieux, enjeux, défis

Les défis, difficultés techniques : les données géotechniques doivent être contextualisées

- **Quelle méthode / procédure de mesure a été employée ?**
- **Comment l'échantillon a-t-il été prélevé ?**
- **Données brutes et données interprétées / traitées ?**

Par exemple : une valeur de **cohésion** et **angle de frottement** ne sont pas exploitables si l'on ne connaît pas :

- La procédure d'essai utilisée (boîte de cisaillement, essai triaxial UU, CU, CD...)
- Les caractéristiques initiales et finales des trois éprouvettes
- Les contraintes normales si boîte de cisaillement et contraintes de confinement si essai triaxial
- Les courbes contraintes / déformations des trois éprouvettes,
- Etc.

- **Garanties liées au respect de la confidentialité des données (déjà géré par la BSS)**

2 – Le partage des données géotechnique : état des lieux, enjeux, défis

Il est essentiel de structurer les données :

Procédure
> Propriétés Observées



Exemple : **pression limite**

Sondage
→ Sondage destructif
→ Essai in situ
→ Essai pressiométrique Ménard
→ **Pression limite**
→ Pression de fluage
→ Module pressiométrique

Définition



Pression qui entraine le doublement de volume de la cavité initiale (ISO 22476-4), unité kN/m², kPa, MN/m² ou MPa

Provenance, traçabilité



Essai pressiométrique Ménard, pressiomètre autoforeur, corrélation, etc...
Valeurs brutes : courbes P-V, courbe étalonnage, rigidité sonde
Date
...

2 – Le projet OpenGeotech - Introduction



Un projet BRGM

Mise en œuvre des travaux de MINnD au sein du BRGM

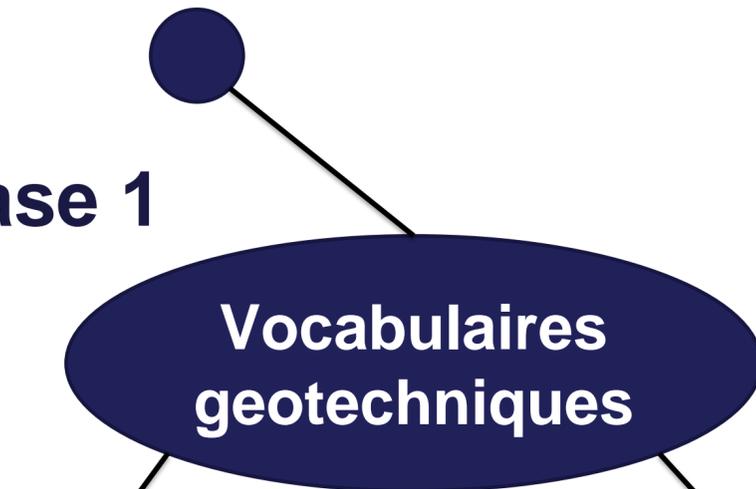
Pour les investigations géotechniques (Cahier A) acquises sur fonds publics

Fin 2021 – Juin 2023

OpenGeotech (Phase 1 + 2)

Alimentation / édition

Phase 1



Recherche / Consultation

API

Recherche / Consultation



Alimentation / édition

API

Phase 2

2 – Le projet OpenGeotech I : Vocabulaires et outils liés

Des vocabulaires utiles à la géotechnique

- **Ajout de nouvelles entrées spécifiques à la géotechniques issues des travaux de MINnD:**
 - + 94 entrées pour le registre des Procédures et méthodes : <https://data.geoscience.fr/ncl/Proc>
 - Ex:
 - Détermination des Limites d'Atterberg : <https://data.geoscience.fr/ncl/Proc/117>
 - Essai brésilien : <https://data.geoscience.fr/ncl/Proc/136>
 - ...
 - + 71 entrées pour le registre des Propriétés observées: <https://data.geoscience.fr/ncl/ObsProp>
 - Ex:
 - Module de déformation élastique (Module de Young) : <https://data.geoscience.fr/ncl/ObsProp/516>
 - Coefficient micro-Deval : <https://data.geoscience.fr/ncl/ObsProp/524>
 - ...
- **Mais aussi des registres communs aux autres géosciences**
 - Registre des lithologies, des unités de mesures, hydrogéologie, types de cavités...

2 – Le projet OpenGeotech I : Vocabulaires et outils liés

Intérêt des registres ?

- **Une concentration d'information dans un lien unique**
 - Désignation, définition
 - Contextualisation (termes liés)
 - Équivalences dans d'autres registres vocabulaires
- Réduit les risques d'ambiguïté sémantique
- Facilite le ré-emploi de vocabulaires / rationalisation
- Aide à la création de connaissance

<https://data.geoscience.fr/ncl/litho/786>

<code>rdfs:label</code>	→	Calcaire
<code>dct:description</code>	→	Roche sédimentaire composée à au moins 95% de calcite
<code>skos:broader</code>	→	• Roche biochimique • Roche carbonatée
<code>skos:narrower</code>	→	• Calcirudite • Calcisiltite • Calcilutite • Tuffeau • Calcarénite • Craie
<code>skos:exactmatch</code>	→	• limestone

2 – Le projet OpenGeotech I : Vocabulaires et outils liés



Outil de consultation des vocabulaires : <https://data.geoscience.fr/ncl/>

➤ Voir et consulter les registres existants

➤ Fonctionnalités de recherche

➤ Multi-linguisme (Français + Anglais)

➤ Disponible pour l'interface

➤ Et pour certains contenus

➤ Accès via:

➤ URI directes vers une ressource

➤ Appel d'API, de requêtes SPARQL

➤ Formats de sortie : ttl, rdf/xml, json-ld, csv

The screenshot displays the 'Outil de gestion des registres du BRGM' interface. It features a search bar at the top right and a navigation menu. The main content area is divided into two sections. The top section shows a list of registers with columns for 'Nom', 'Notation', 'Description', 'Types', and 'Statut'. The bottom section shows a detailed view of a register, including a list of categories and a table of register entries.

Nom	Notation	Description	Types	Statut
Absence de l'information	MissInfo	Ce registre précise les absences d'informations.	Register, Container, concept scheme	experimental
Adjectifs et qualificatifs	QualAdj	Ce registre contient adjectifs et groupes nominaux qualifiant...	Container, Register	experimental
Altération	Alter	Ce registre recense les différents types d'altération d'une r...	concept scheme, Container, Register	experimental
Ancienne Lithologie	oldlitho	Ce registre est invalide et n'est gardé que pour mémoire. Il ...	Register, Container	invalid
bulk collection types	bulkCollectionTypes	System register describing the data types which can be upload...	Container, Register	stable

Interface au 15/11/2022

Nouvelle version
Développement en cours

2 – Le projet OpenGeotech I : Vocabulaires et outils liés

Outil de gestion et d'administration des vocabulaires (en cours de développement au 15/11/2022)

- Permettre à la communauté géoscientifique de contribuer à l'enrichissement des vocabulaires du BRGM !
- Possibilité à tous de demander un compte utilisateur
- Propositions de mise à jour de vocabulaires
- Traçabilité / cycle de vie des demandes
- Validation

VocBench enables management of the publication workflow, through history and validation

SPARQL Editing with syntax completion and highlight

Custom Forms: a powerful form description language allows for project tailored representation of the data.

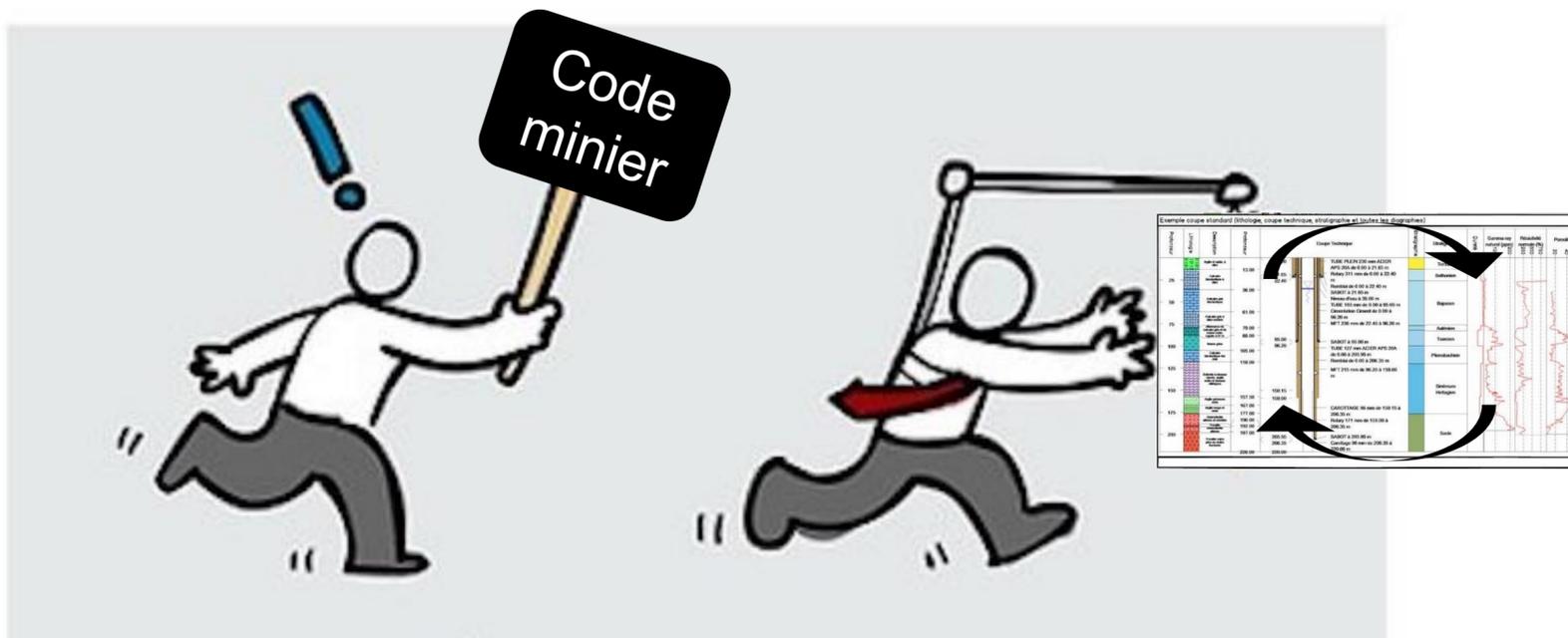
Powered by Semantic Turkey!



2 – Le projet OpenGeotech II : Gestion des essais in-situ

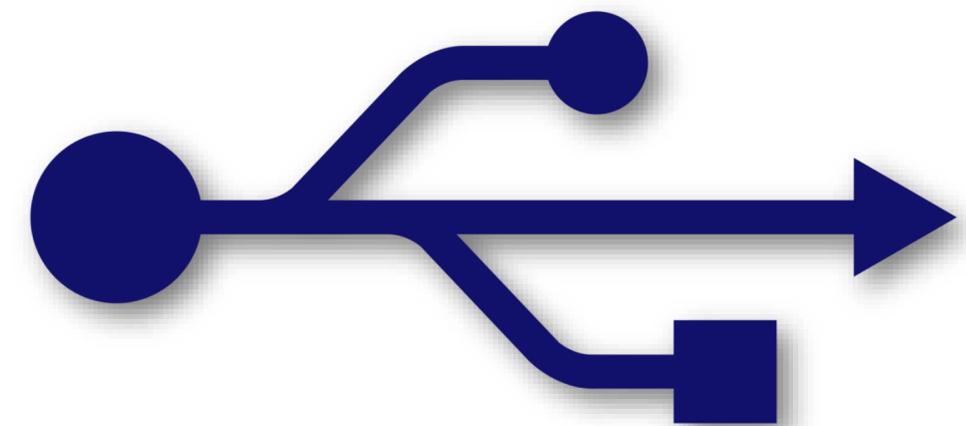
Objectif : une gestion améliorée des données géotechniques dans la BSS

➤ **S'inscrire dans la continuité de la mission du BRGM**



➤ Extension de DUPLOS - DIALOG

➤ **Retour sur investissement maximal pour les déclarants / donneurs d'ordre**
« Déclaration unique - Réutilisation multiple »



➤ API de diffusion de données (SensorThings API)

2 – Le projet OpenGeotech II : Gestion des essais in-situ

Aperçu de DUPLOS

➤ Déclaration Unique Pour Les Ouvrages Souterrains

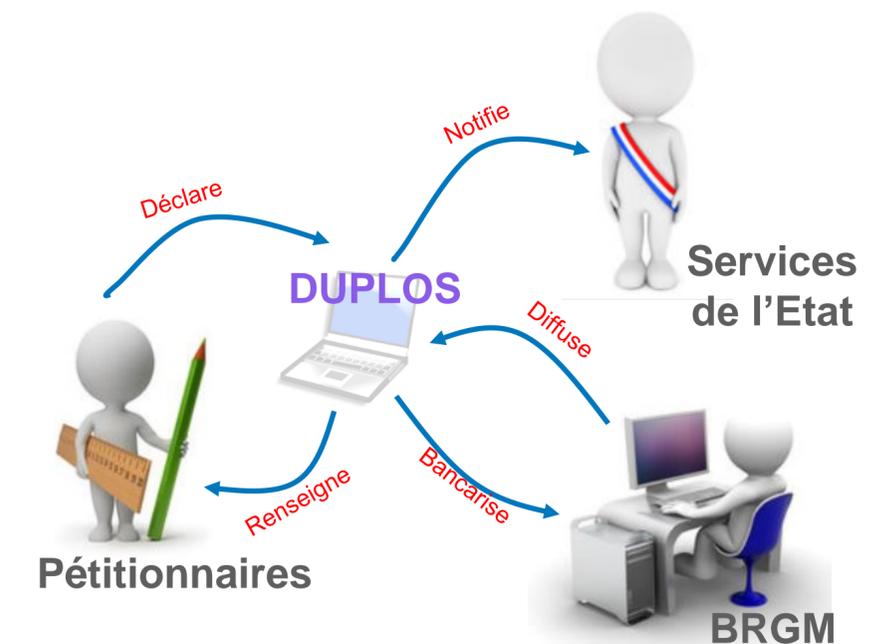
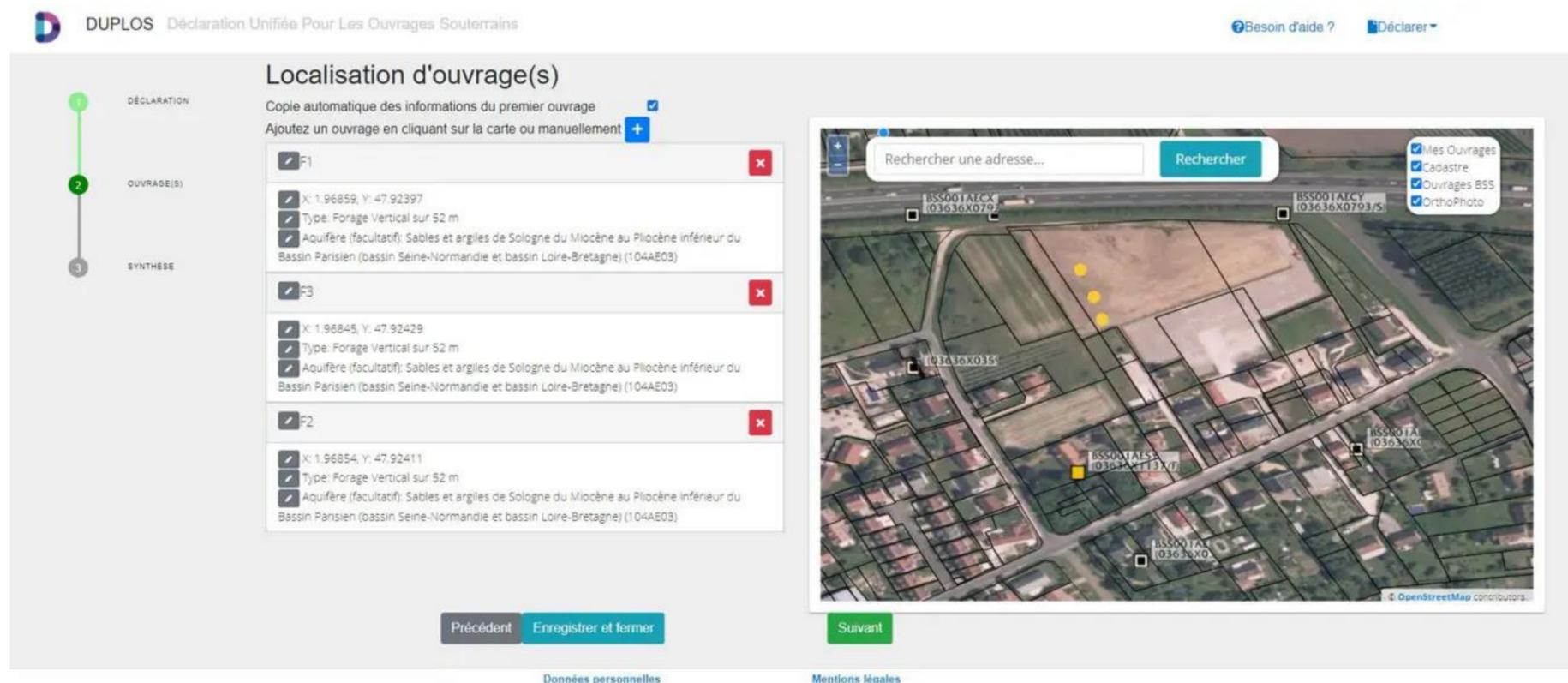
Portail de télédéclaration des forages au titre de l'article L411-1 du Code minier

➔ outil administratif, facilitant les échanges entre pétitionnaires et services de l'état

➔ porte d'entrée vers DiaLog et vers la BSS



<https://duplos.brgm.fr/#/>



2 – Le projet OpenGeotech II : Gestion des essais in-situ

Aperçu de DiaLog

<https://dialog.brgm.fr/>

➤ Introduction

Applicatif web technique pour la description des forages

Remplace le gratuiciel GesFor développé par le BRGM en 2000

Brique technique interfacée avec de nombreuses autres applications BRGM

➤ Fonctionnalités

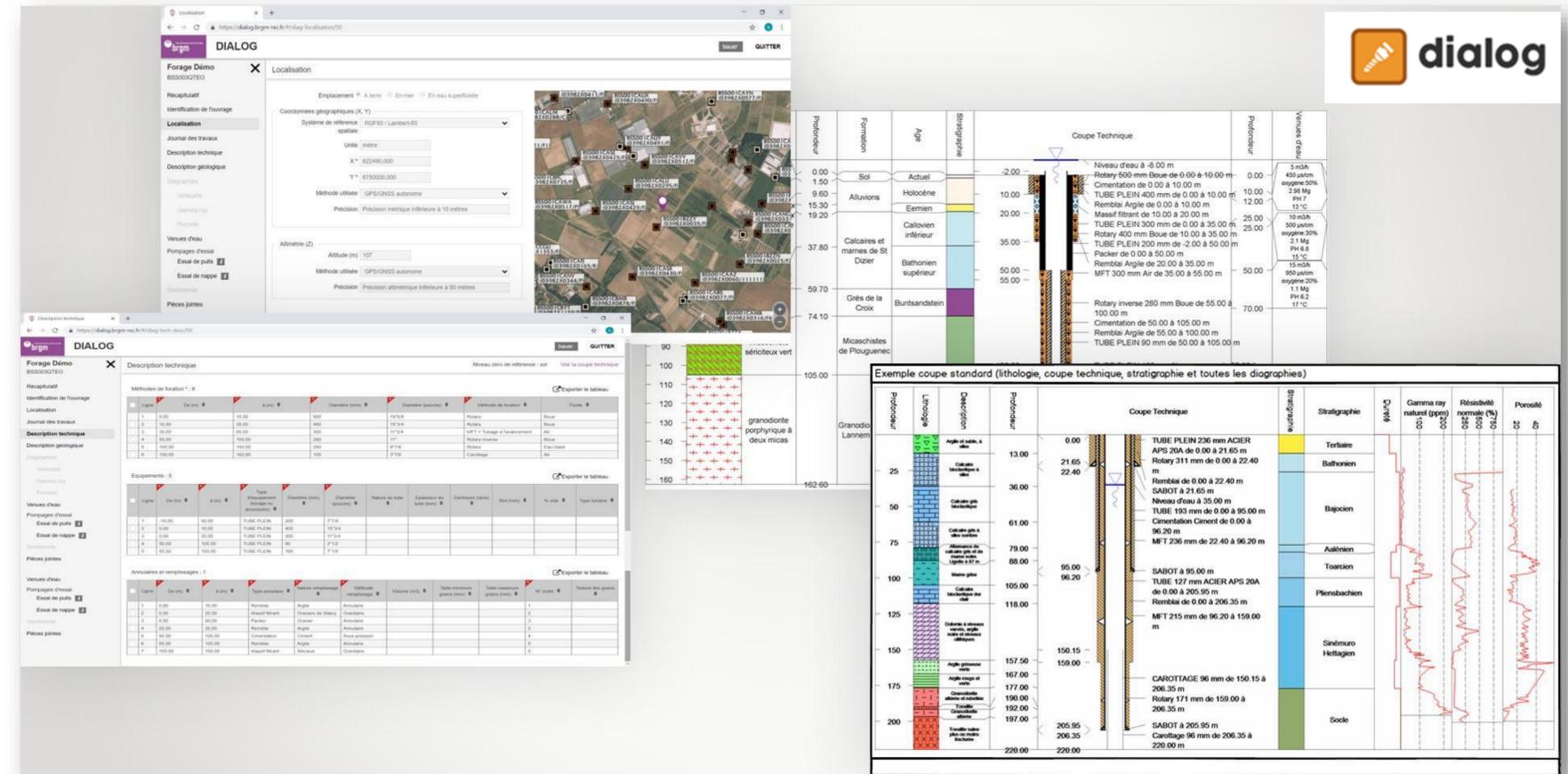
Informations générales : récupérées de DUPLOS automatiquement (nom d'ouvrage, acteurs, localisation...), journal des travaux

Description de l'ouvrage : description technique, description géologique et coupes associées

Tests et mesures sur l'ouvrage : diagraphies, venues d'eau, pompages, Tests de Réponse Thermique (TRT)

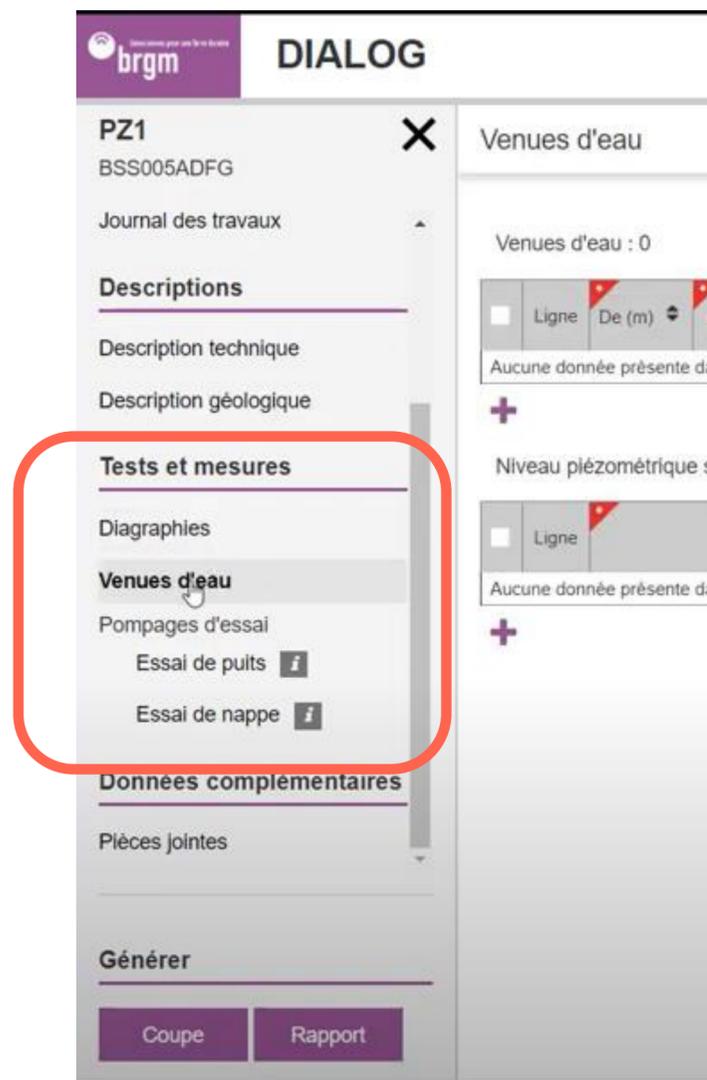
Module de pièces jointes

Générer des coupes multi-critères et le Rapport de Fin de Forage



2 – Le projet OpenGeotech II : Gestion des essais in-situ

Extensions prévues dans le cadre d'OpenGeotech



➤ Gestion de plusieurs essais géotechniques in-situ

Pressiomètre

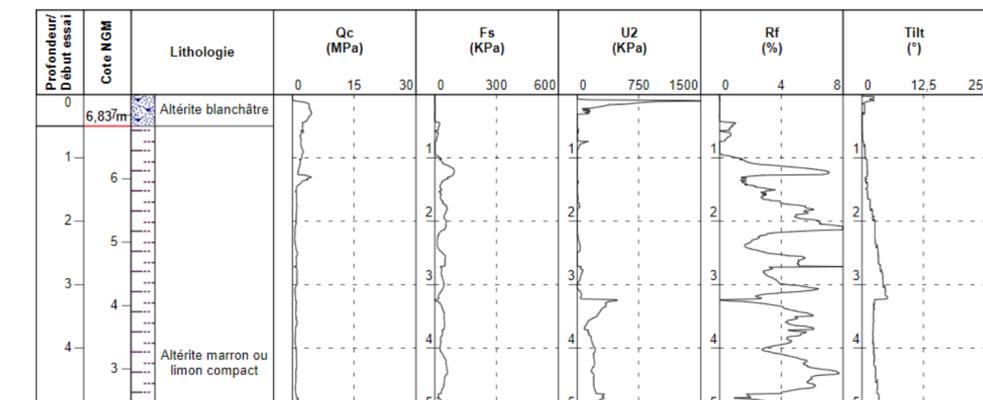
Essai de pénétration dynamique standard (SPT)

Essai de pénétration statique au cône (CPT)

➤ (Pré)-saisie des valeurs mesures assisté à partir de fichiers brut

➤ Visualisation adaptée de ces logs et diagraphies

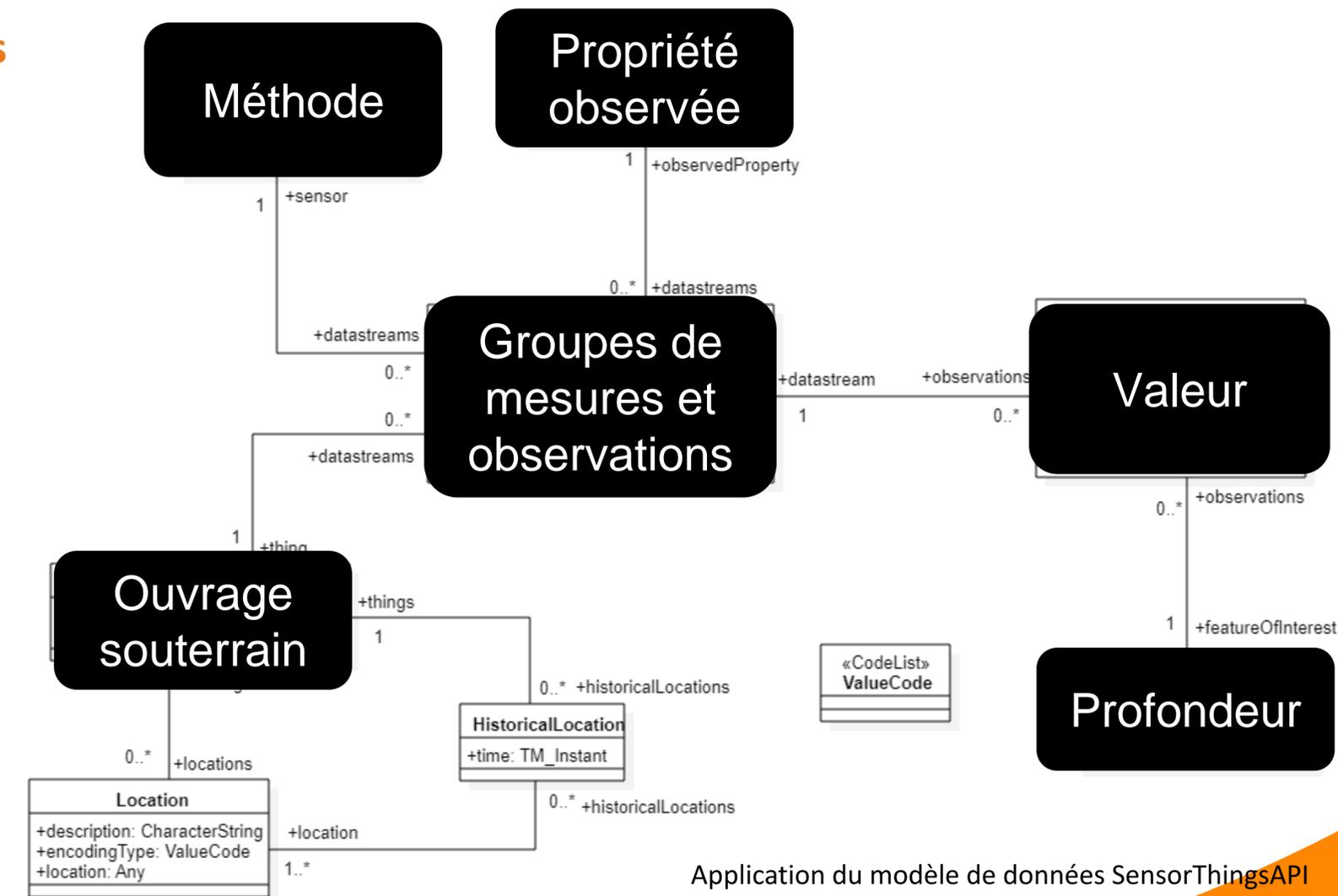
	Qc	Fs	Speed	U2	Tilt	a Factor						
Factors:	187980	30371	10	1233	41138	8						
Zeros:	1948	4026	0	15722	5000							
Depth [m]	Qc [MPa]	Fs [KPa]	U2 [KPa]	Rf [%]	U2/Qc [%]	Qc-U0 [MPa]	Tilt [°]	Dist [cm]	bed [cm/sec]	Qt [MPa]	U2-U0 [KPa]	
0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	-0,0981	
0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1	0	-0,1962	
0,03	0	0	-0,81	0	0	0,00081	2,4	0,041876	2,1	-0,000162	-1,1043	
0,04	0	0	-0,81	0	0	0,00081	2,4	0,083751	2,2	-0,000162	-1,2024	
0,05	0	0	-0,81	0	0	0,00081	2,4	0,125627	1	-0,000162	-1,3005	
0,06	0	0	-0,81	0	0	0,00081	2,4	0,167503	0	-0,000162	-1,3986	
0,07	0,05	0	18,65	0	37,3	0,03135	1,5	0,19368	0	0,05373	17,9633	
0,08	0,09	0,03	149,23	0,033333	165,811111	-0,05923	2	0,228579	0	0,119846	148,4452	
0,09	0,11	0	1363,34	0	1239,4	-1,25334	2,5	0,272198	0	0,382668	1362,4571	
0,1	0,69	0,03	2995,94	0,004348	434,194203	-2,30594	1,5	0,298375	1,4	1,289188	2994,959	
0,11	2,01	0	947,28	0	47,128358	1,06272	1	0,315828	1,4	2,199456	946,2009	
0,12	2,78	0,03	844,28	0,001079	30,369784	1,93572	0,6	0,3263	1,4	2,948856	843,1028	
0,13	3,5	0,07	739,66	0,002	21,133143	2,76034	0,5	0,335026	2	3,647932	738,3847	
0,14	3,84	0,07	639,09	0,001823	16,642969	3,20091	0,1	0,336771	2	3,967818	637,7166	



2 – Le projet OpenGeotech II : Gestion des essais in-situ

Mise en place d'une API SensorThings OGC pour les données géotechniques

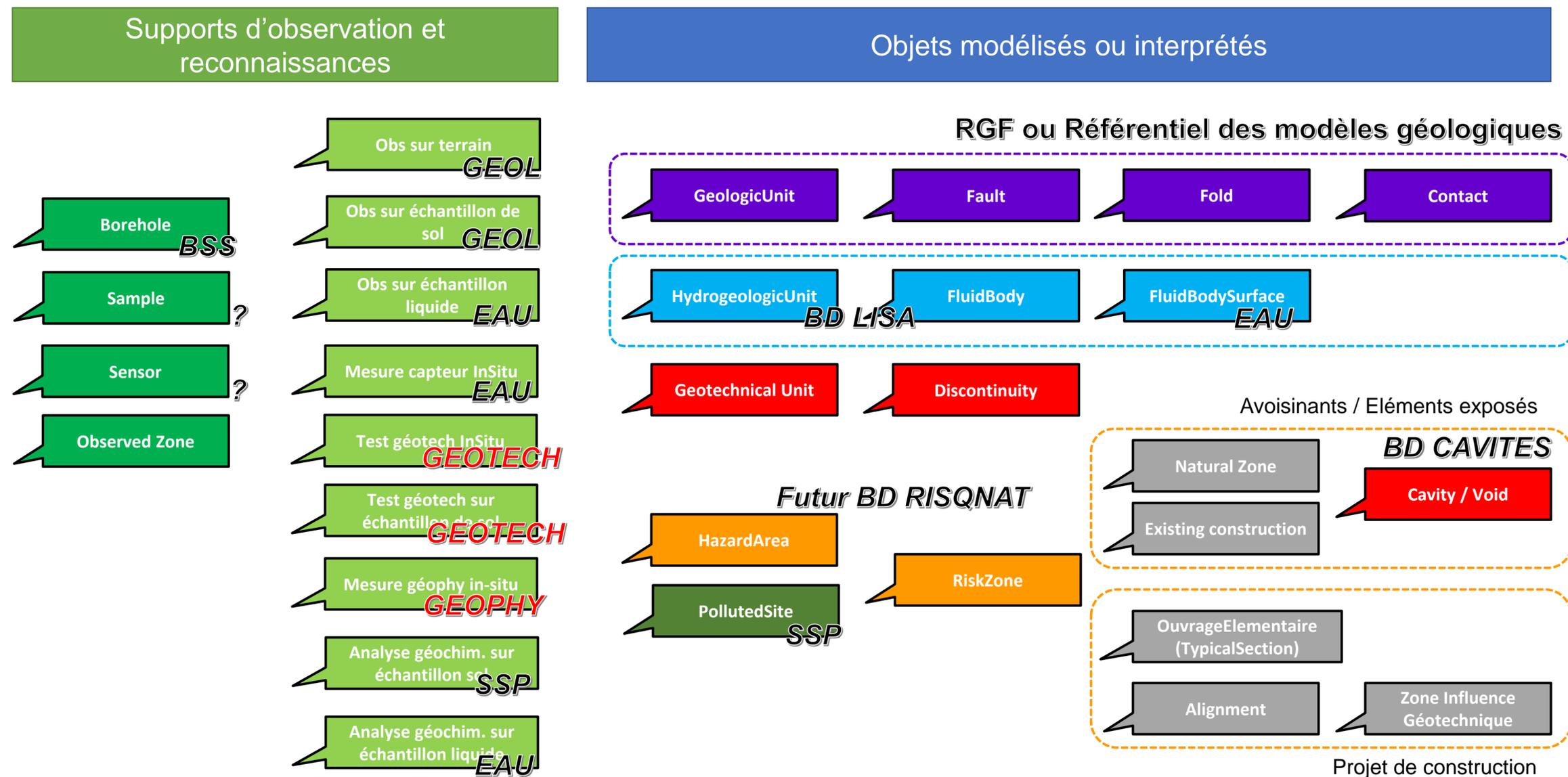
- **Accès aux observations géotechniques depuis d'autres interfaces**
 - Outils de modélisation / calcul (géologique, géotechnique, ...)
 - Outils BIM
- **Formats de sortie:**
 - xml, json, csv
- **Fonctionnalités de recherche**
 - Ex : essais réalisés dans une zone particulière, observations renvoyant des valeurs répondant à des critères
- **Résultats « à la carte »**
 - Résultats avec leur contexte (pour les humains)
 - Résultats « purs » (pour les outils, continuité numérique)
- **Fonctionnalité de gestion des utilisateurs / confidentialité**



Application du modèle de données SensorThingsAPI aux essais géotechniques in-situ

2 – Le projet OpenGeotech II : Gestion des essais in-situ

Tentative de représentation de la couverture des données géotechniques « MINnD » au BRGM



OpenGeotech en résumé

Un projet pour améliorer les capacités de gestion de données géotechniques de la BSS

Dans la continuité de la mission du BRGM

Des données mieux contextualisées faisant appel à des vocabulaires contrôlés

Facilité de déclaration et d'exploitation des données

Les premières briques d'un futur système d'information géotechnique...

Merci pour votre attention !

Contacts :



Isabelle Halfon: i.halfon@brgm.fr



Mickaël Beaufils: m.beaufils@brgm.fr