



**Apports du scanner laser mobile  
ZEB-REVO à la gestion des risques  
liés aux cavités souterraines**

**Séance technique AFPS-CFMS  
« Risques cavités »**

Paris – 4 mai 2017

**Silvain Yart**

*Direction Risques et Prévention*

*Unité Risques Instabilités Gravitaires et érosion des sols*



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

# Problématique

- > Nombreuses cavités en zone urbaine



- > Cavités souvent mal connues



**➔ Evaluation et gestion du risque difficile**  
**Nécessité d'un levé topographique**

Séance technique AFPS-CFMS « Risques cavités »

# Objectifs du levé topographique

## > Emprise de la cavité

- Positionnement planimétrique par rapport aux éléments de surface
- Profondeur des vides souterrains

## > Estimation du volume

- Calculs de remontée de fontis
- Préparation des travaux de mise en sécurité

## > Assistance à l'expertise géotechnique

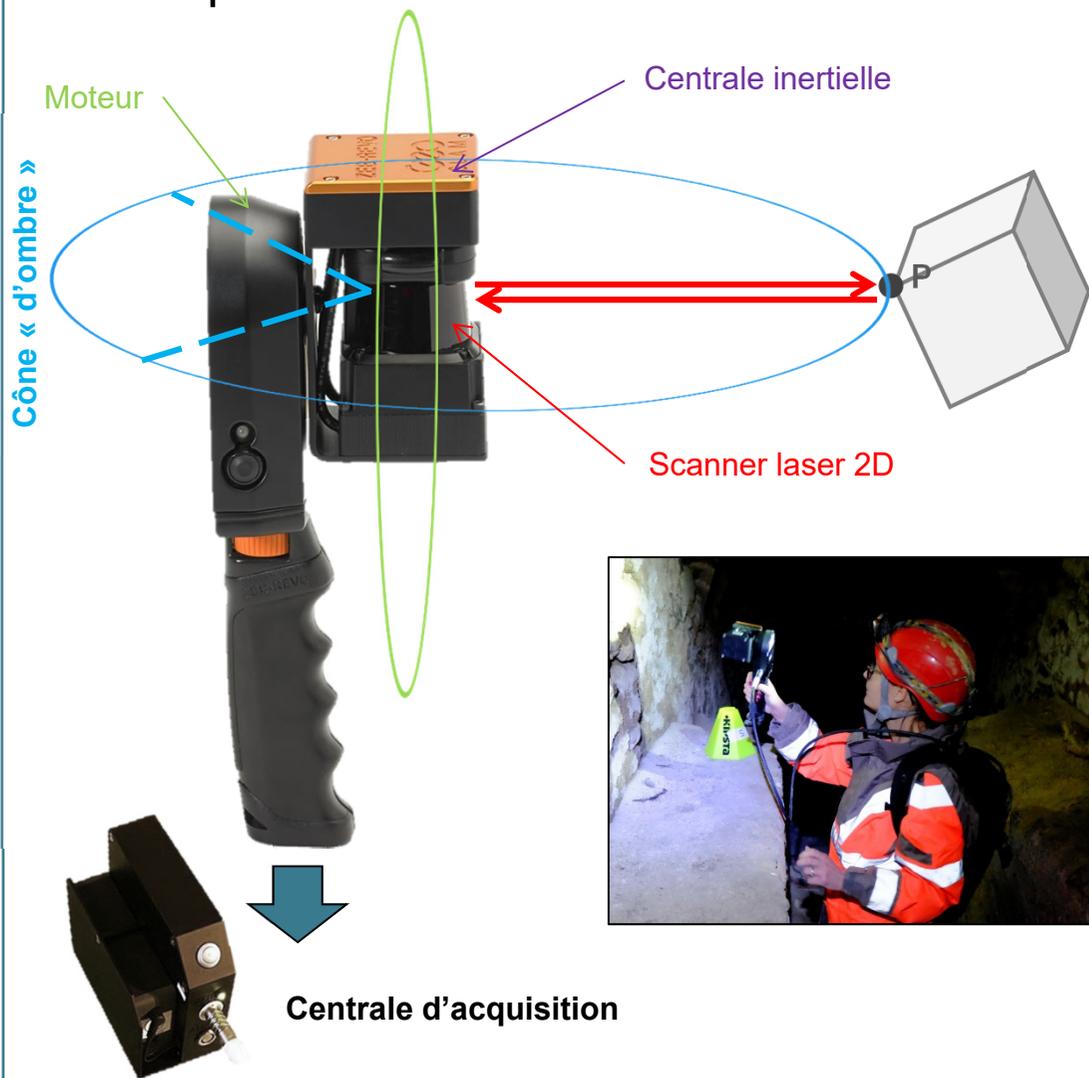
- Identification des morphologies caractéristiques de zones instables : remontée de voûte, fracturation, ...

# Outils de topographie

		Avantages	Inconvénients
Topographie « classique »	Station totale 	Portée > 1000 m Précision millimétrique	Donnée ponctuelle Acquisition en stations
Scanners 3D	Scanner laser terrestre « TLS » 	Portée > 100 m Précision millimétrique Acquisition image simultanée	Acquisition en stations
	<b>ZEB-REVO</b> Scanner laser mobile 	Rapidité d'acquisition Compacité Légèreté	Précision centimétrique Portée max 30 m

# Le scanner laser mobile ZEB-REVO

## > Acquisition



Rayon laser réfléchi par les objets de l'environnement  
→ **Mesure de distance**

Emission sur 270° autour de l'axe Z  
Zone « d'ombre » à l'arrière de l'appareil

Rotation sur 360° autour de l'axe X

Couplage avec centrale inertielle  
→ **Attitude du scanner**

**Boucles de 25 min max.**

**Déplacement à vitesse « normale »**



# Le scanner laser mobile ZEB-REVO

> Post-traitement

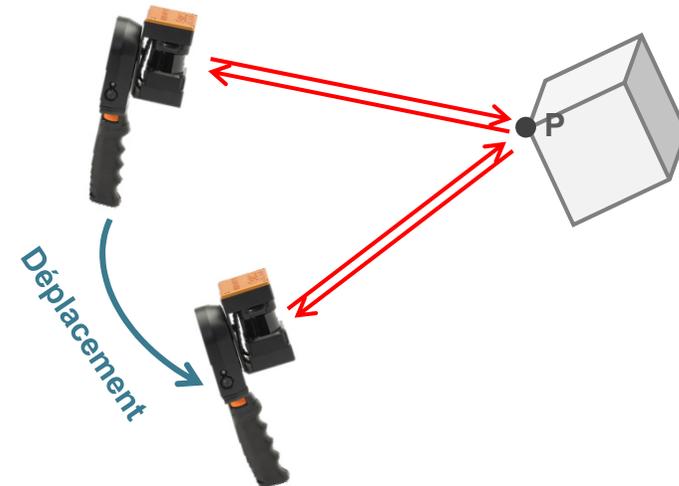
**S**imultaneous **L**ocalization **A**nd **M**apping

Détection de points  
singuliers scannés  
depuis différentes  
positions

Données centrale  
inertielle

Calcul de la trajectoire

Construction du nuage de  
points 3D



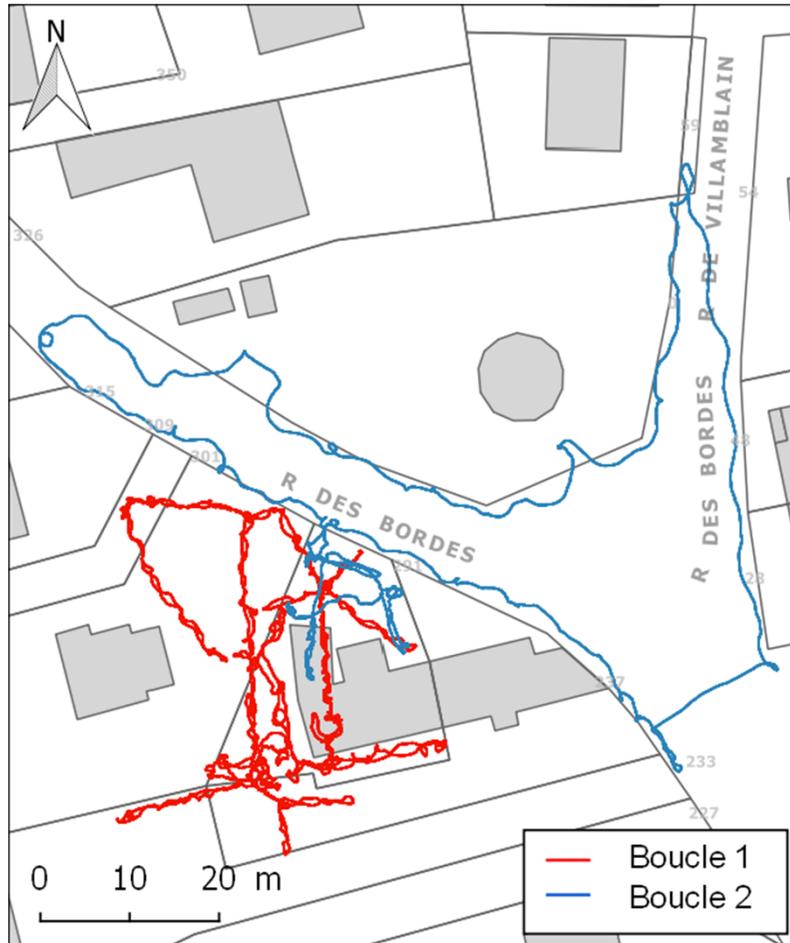
# Le scanner laser mobile ZEB-REVO

## > Caractéristiques

<b>Portée</b>	30 m en conditions idéales <b>15-20 m</b> en conditions normales
<b>Résolution</b>	Horizontale : 0,625° (~ <b>10 cm à 10m</b> ) Verticale : 1,8°
<b>Fréquence d'acquisition</b>	432 pts @ 100Hz → <b>43 200 pts/s</b>
<b>Champ de vision</b>	<b>270° x 360°</b>
<b>Précision relative</b>	<b>2 – 3 cm</b>
<b>Précision de la position absolue</b>	<b>3 – 30 cm</b> (pour une boucle de 10 min)

# Exemples d'applications

## > Expertise Cat-Nat sur fontis



## > 2 boucles d'acquisition

- **Boucle 1** : jardin, terrasse, cavité (670 m – 25 min – 47M points)
- **Boucle 2** : cour, rue (445 m – 10 min – 14M points)

## > Quelques chiffres...

- Progression sous terre ~2 km/h
- Progression en surface ~2,5 km/h
- ~155 m de galeries levés en 18 min (soit ~500m/h)
- Déchargement / traitement des données : ~30 min

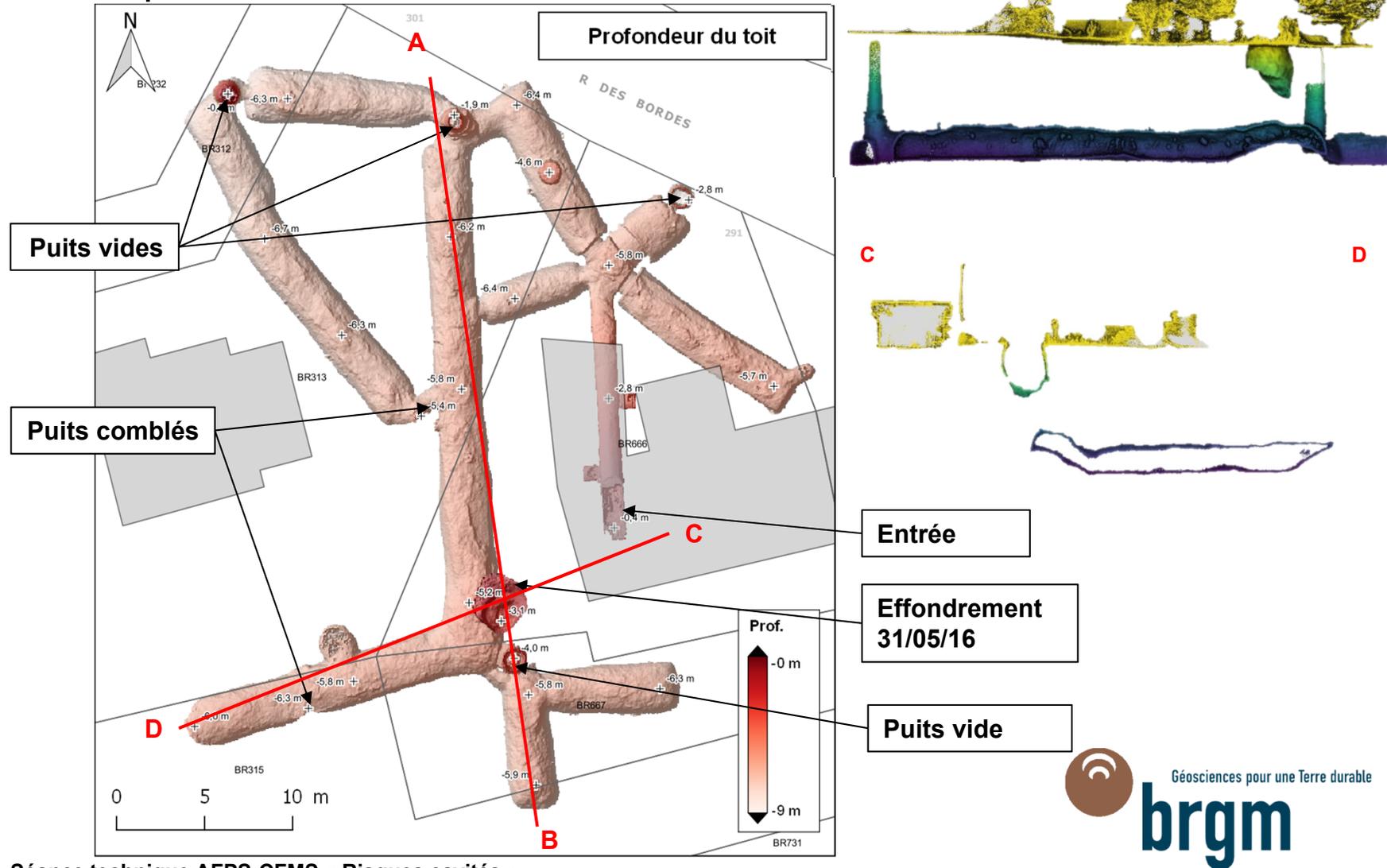
# Exemples d'applications

## > Expertise Cat-Nat sur fontis



# Exemples d'applications

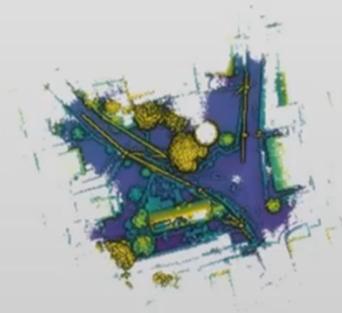
## > Expertise Cat-Nat sur fontis



Séance technique AFPS-CFMS « Risques cavités »

# Exemples d'applications

Zebedee Revo scanning of an underground quarry  
in Val de Loire (central France)

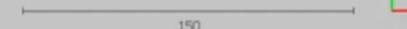


BRGM - French Geological Survey  
Direction des Risques et Prévention



**Zeb team**  
Thomas Dewez  
Silvain Yart  
Florian Masson  
Yannick Thiery

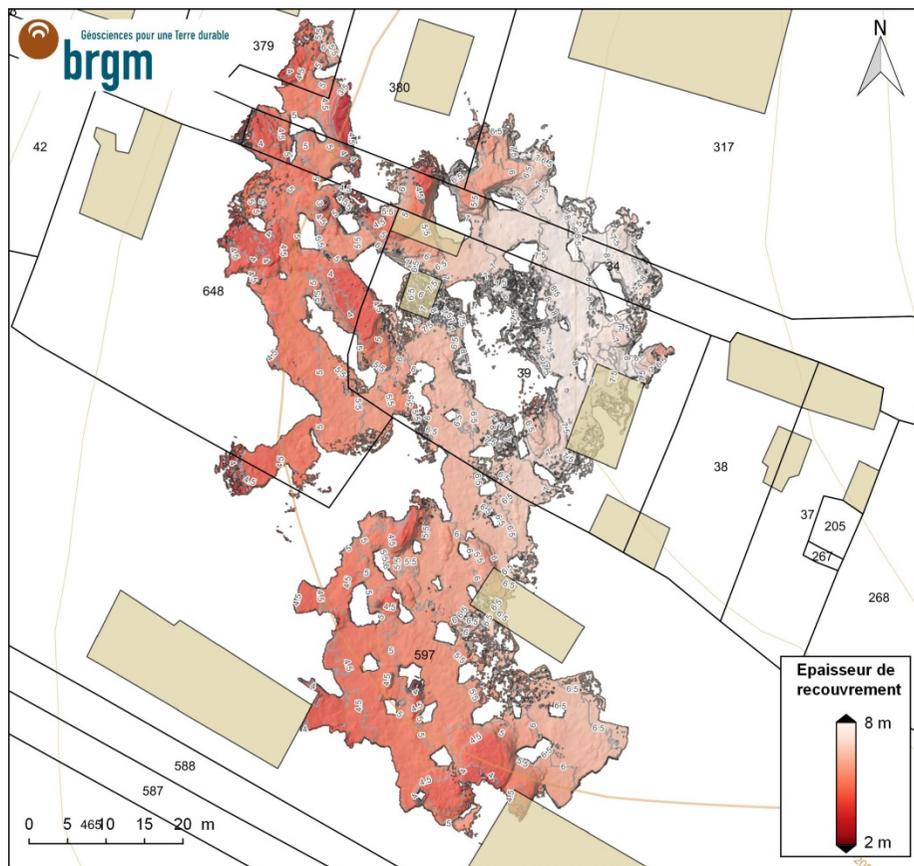
Survey on January 24 2017



Séance technique AFPS-CFMS « Risques cavités »

# Exemples d'applications

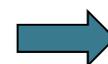
- > Diagnostic de stabilité – Assistance à la cartographie d'aléa



Levés conjoints fond et surface

ou

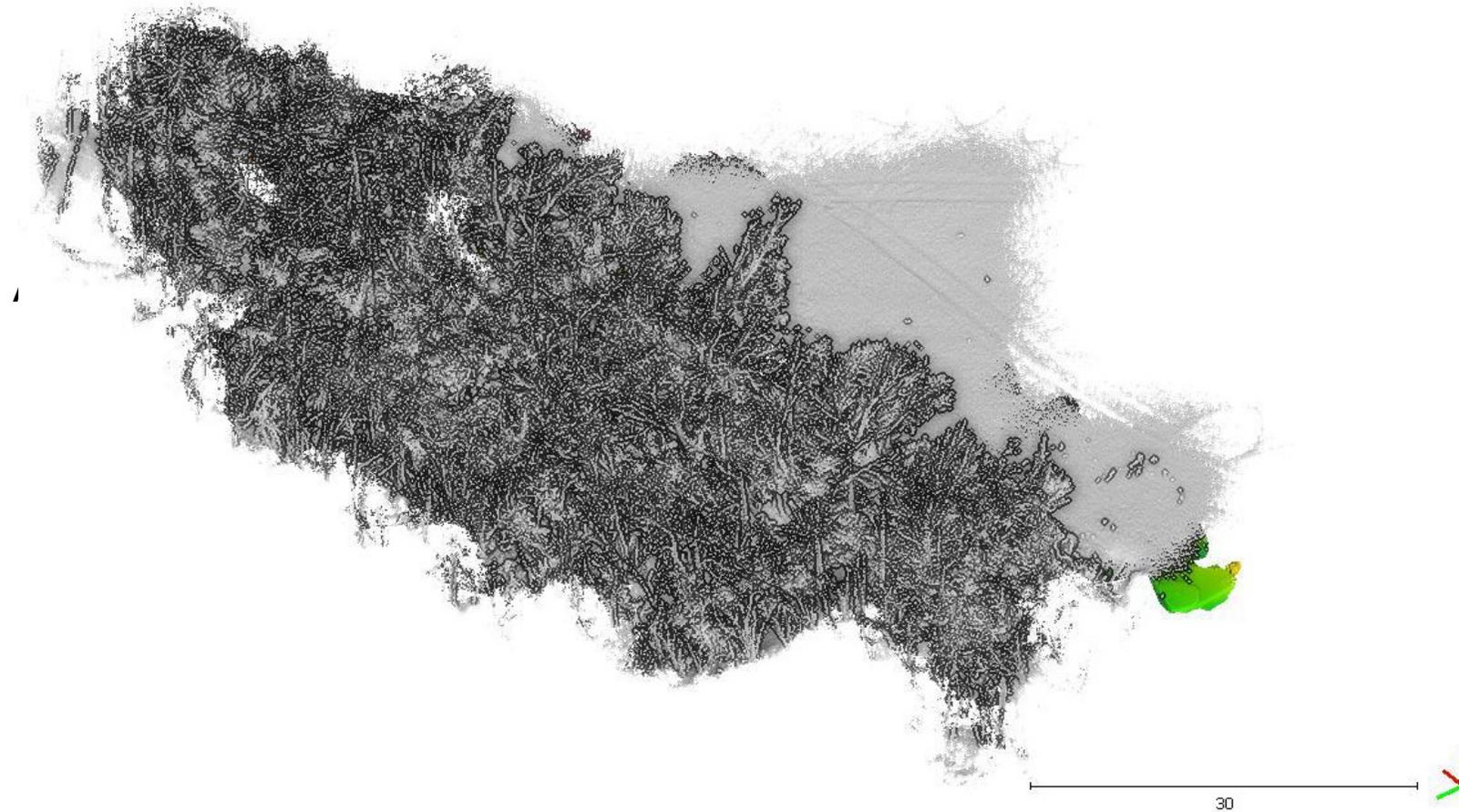
Comparaison avec MNT existant (LiDAR, ...)



**Profondeur vs terrain naturel en tout point de la cavité**

# Exemples d'applications

- > Diagnostic de stabilité – Assistance à la cartographie d'aléa

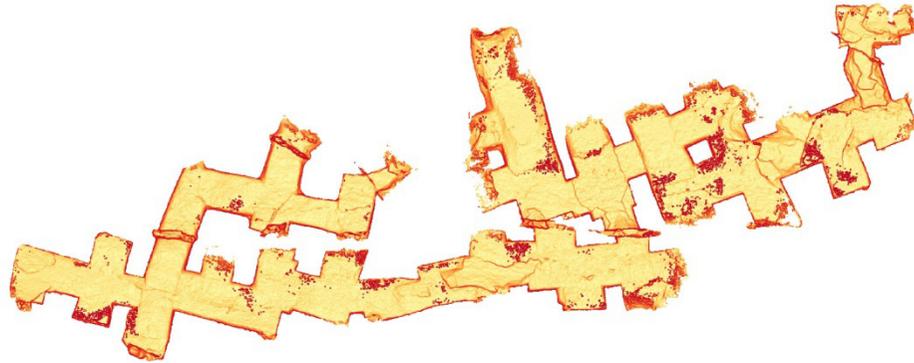


Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

# Exemples d'applications

- > Diagnostic de stabilité – Assistance à la cartographie d'aléa



0 5 10 m



0 5 10 m

Cartographie de la fracturation

# Atouts et limites de l'outil

## > Atouts

- Matériel léger et peu encombrant adapté aux environnements complexes
- Vitesse d'acquisition
- Algorithme performant en milieu complexe
- Précision satisfaisante pour des applications aménagement / gestion des risques
- Technologie évoluant rapidement

## > Limites

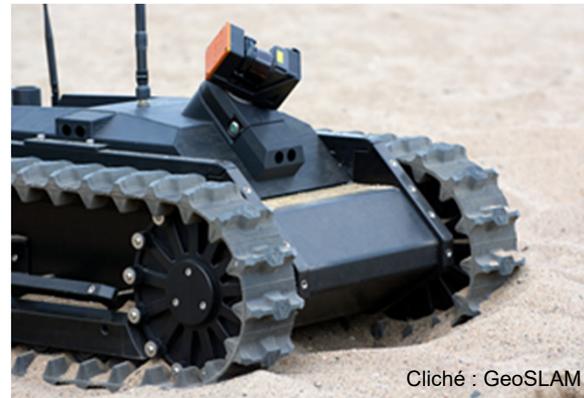
- Algorithme perturbé par les environnements trop « lisses » et par les objets en mouvement
- L'opérateur !



# Perspectives de développement

## > Amélioration des techniques d'acquisition

- Optimisation du géoréférencement
- Adaptation sur vecteur robotisés : surveillance des zones non accessibles à un opérateur (dimensions réduites, risques d'asphyxie, instabilité de la cavité, ...)



## > Traitement des nuages de points

- Définition de produits standards
- Optimisation du flux de traitement de la données
- Automatisation des opérations qui peuvent l'être
- Mise en place d'une infrastructure de stockage et diffusion de la donnée