



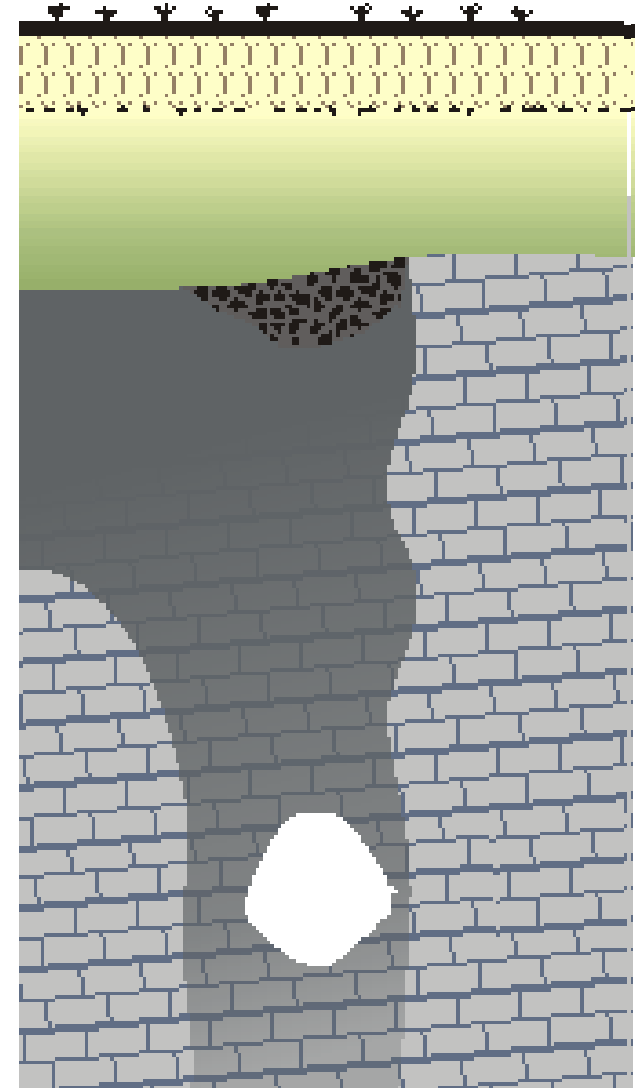
Méthodes d'investigation et de détection utilisables et prévention des effondrements

*Colloque Effondrements et affaissements de sol
Wépion, 3 avril 2014*

Méthodes d'investigation et de détection utilisables et prévention des effondrements

- Méthodes de détection géophysique
- Quelques cas d'application
- Méthodes en développement

Effondrements sous couverture



Effondrements sous couverture

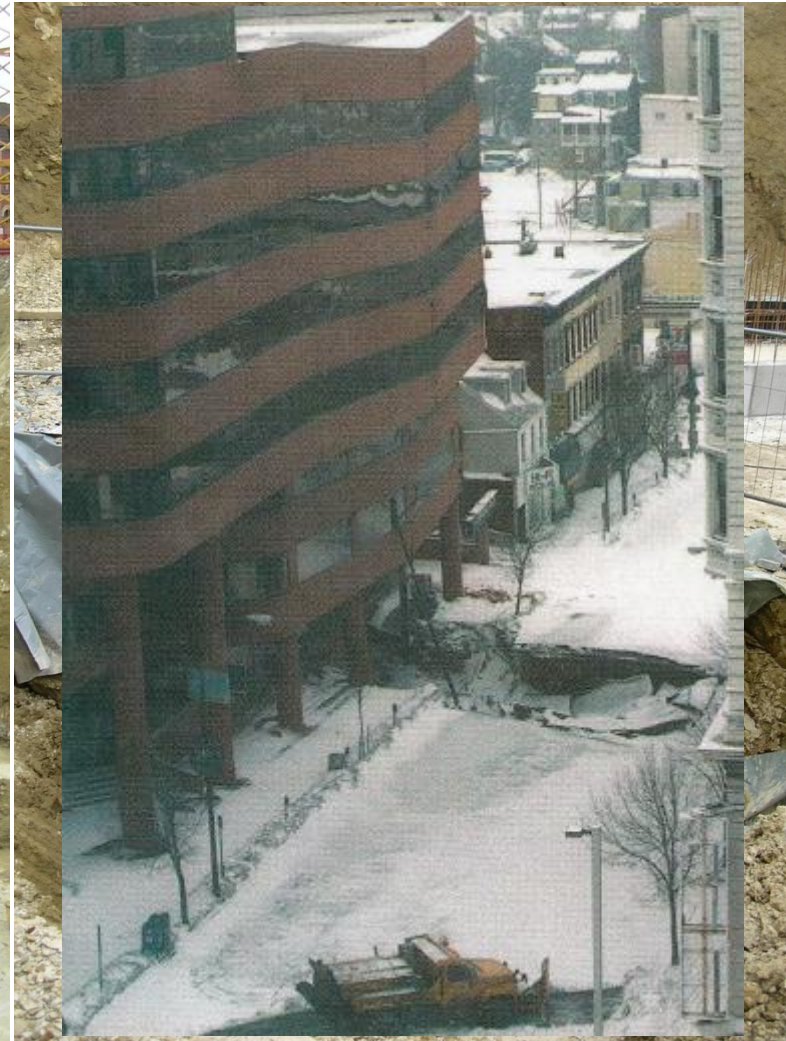
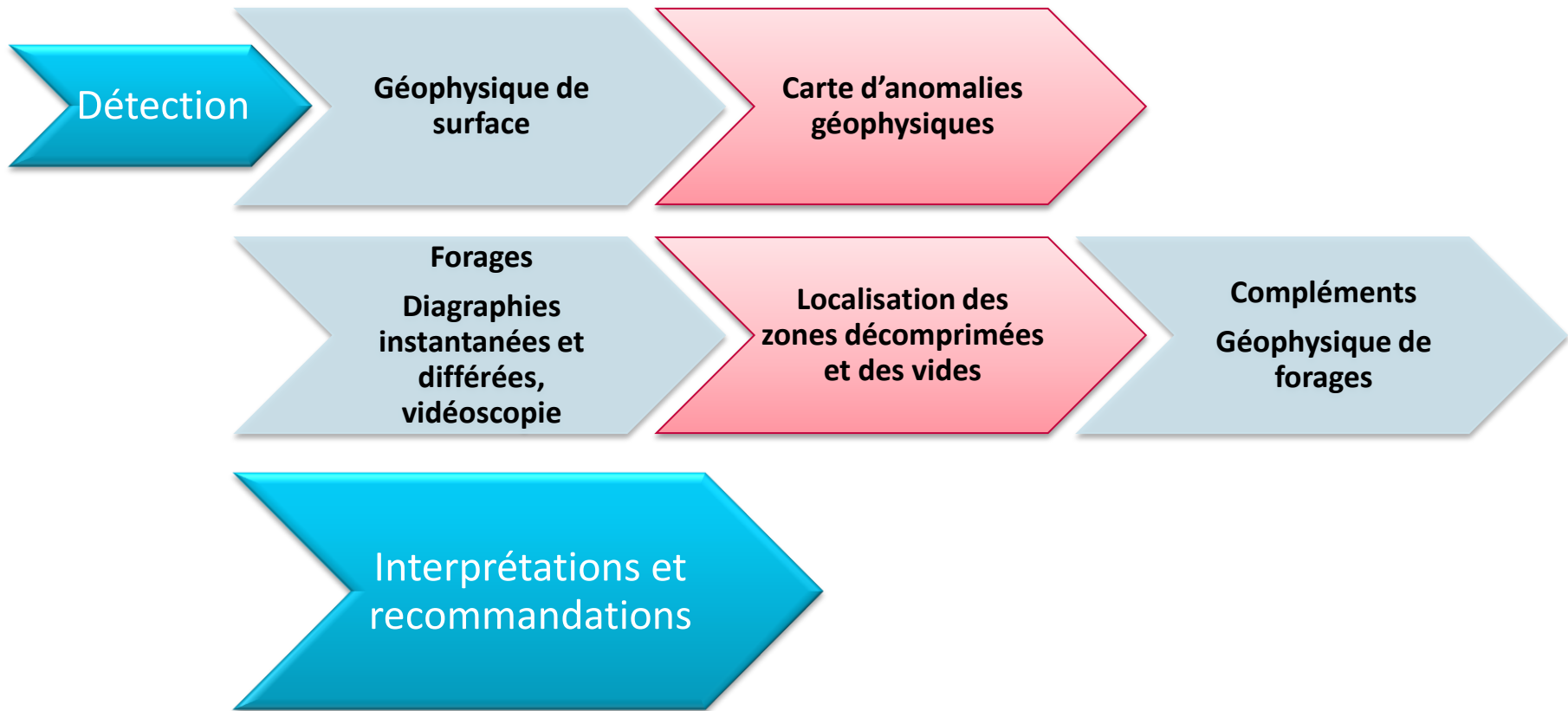


Photo : L. Johnson in B.F. Beck Ed., 1995

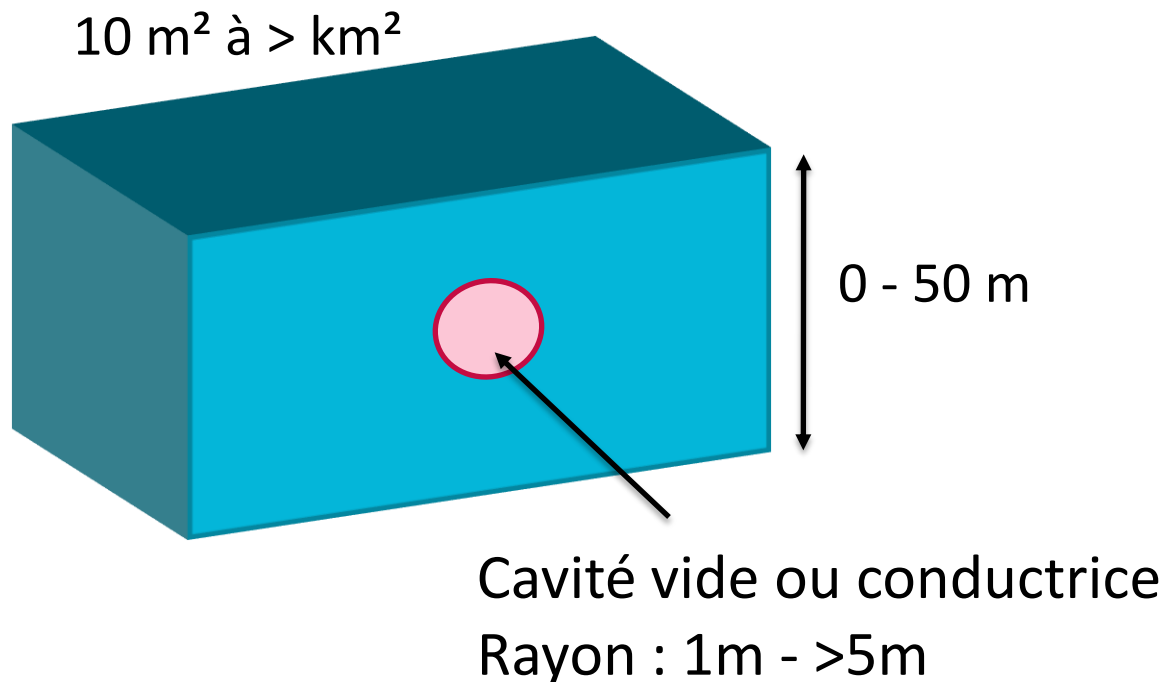
Détection

Démarche de détection pour la précision du risque « Cavitité »



Détection

Caractéristiques des cibles



Adaptation des stratégies et techniques de détection
au contexte du site et aux enjeux

Détection géophysique

Détection géophysique de cavités :

■ Problème difficile :

- Signatures faibles
- Bruit (géologique et anthropique)
- Non-unicité (ambigüité)

■ Besoin d'information externes

- A priori pour contraindre les interprétations
- A posteriori pour affiner et compléter le modèle géologique et géophysique

Forages

Observations directes et localisées, diagrapgies

⇒ Contrôle local des hypothèses géologiques et géophysiques

Si un forage rencontre une cavité ⇒ détection

Si un forage ne rencontre pas de cavité ⇒ ?

Détection de cavités vides par méthodes géophysiques

Cavités vides	Micro gravimétrie	GPR	SHR	VLF-R RMT	ERT
< 10m	✓	✓	✓	✗	✗
	Si taille cavité suffisante	Si milieu résistif	Si réflecteurs sous-jacents	Sauf cavité de grande taille très proche de la surface	
> 10m	✓	✓	✓	✗	✗
	Si taille cavité suffisante	Si milieu résistif ⇒ 15 m	Si réflecteurs sous-jacents ⇒ 50m		

Détection de cavités conductrices par méthodes géophysiques

Cavités conductrices	Micro gravimétrie	GPR	SHR	VLF-EM, slingram	ERT
< 10m					
		Si milieu résistif	Sauf si pas d'autre méthode applicable		
> 10m					
		Si milieu résistif ⇒ 15 m	Sauf si pas d'autre méthode applicable	Si volume cavité important	Si volume cavité important et possibilité dispositif long

Cas d'application : Jemappes

- Exploitations de craie et/ou de craie marneuse (vides, partiellement effondrées ou remblayées) plusieurs plans fragmentaires disponibles

- Profondeur attendue entre 8 à 20 m
- Couverture de limons, sables tertiaires
- Milieu urbanisé
- 500 m de voirie à reconnaître

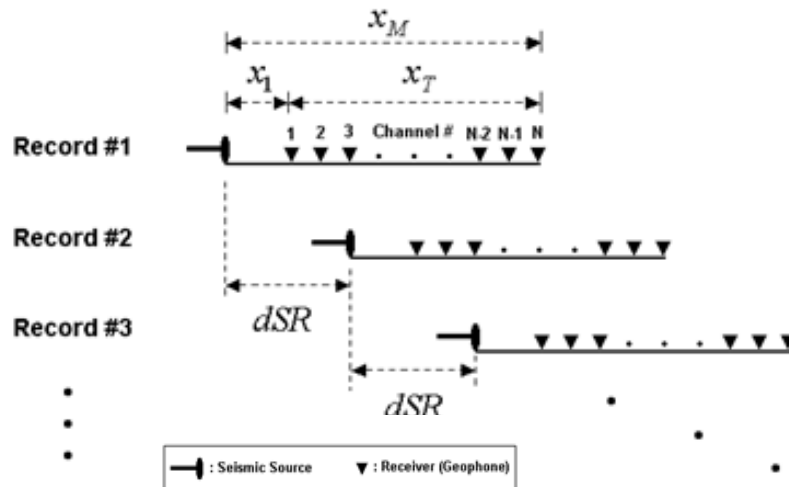
⇒ GPR pour zones déconsolidées sous la voirie

⇒ Ondes de surface pour la recherche des zones déconsolidées et des indices de cavités en profondeur

Cas d'application : Jemappes

Mise en œuvre :

Dispositif glissant

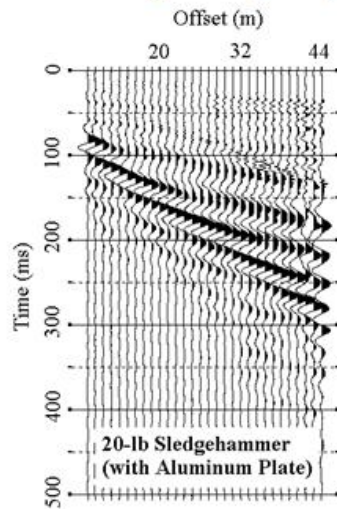


Paramètres utilisés :

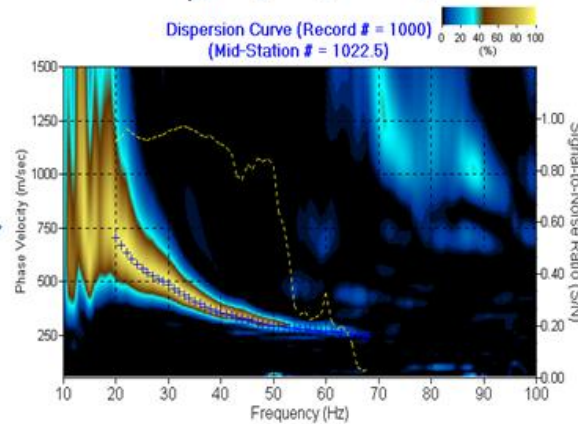
- Nombres de géophones (N) : 24
- Distance inter-géophones : 1m (soit longueur totale $x_T = 23\text{m}$)
- Distance source – premier géophone (x_1) : 15m
- Déplacement du dispositif (dSR) : 2m
- Nombre de tirs pour chaque position du dispositif : 5

MASW

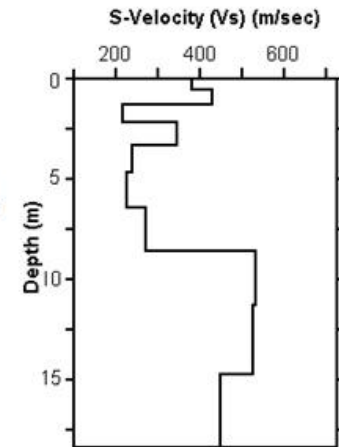
1. Acquisition des sismographes Signal = f(temps)



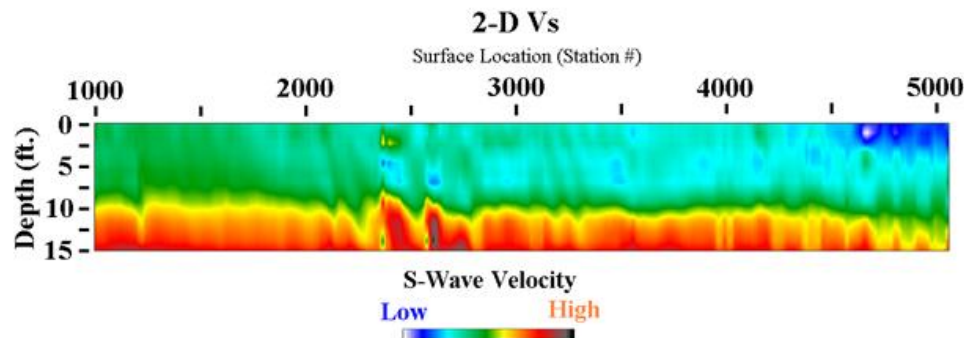
2. Analyse de la dispersion: $V_{ph} = f(\text{fréquence})$



3. Inversion des courbes de dispersion: modèle 1D $V_s = f(\text{profondeur})$



4. Imagerie 2D par rassemblement des modèles 1D et krigeage des V_s



D'après KGS

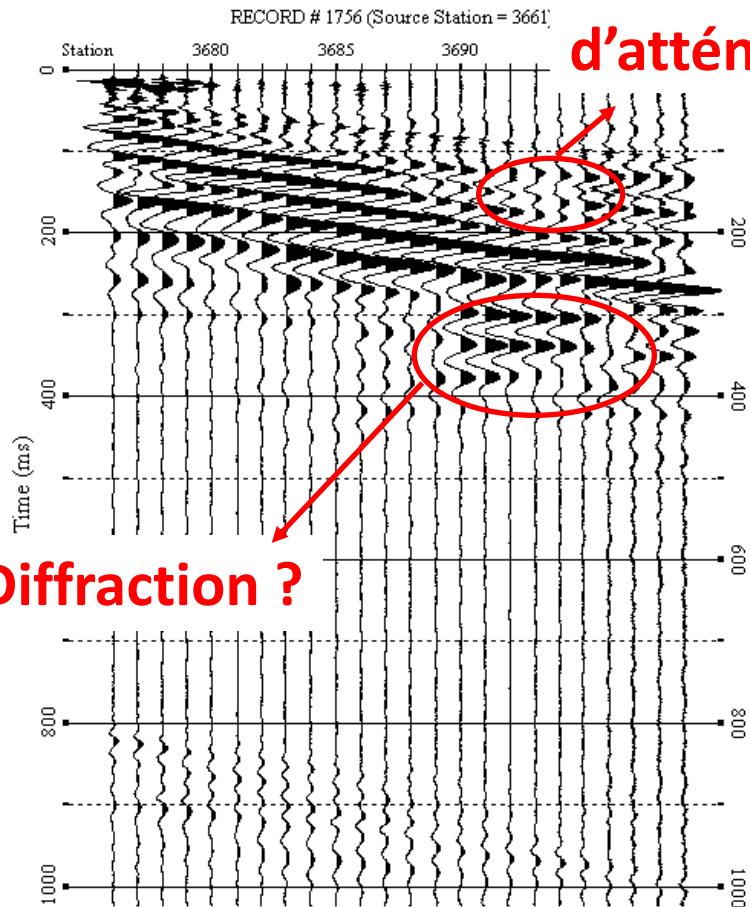
Signatures sismiques associées à des cavités supposées

**Zone
d'atténuation**

Position et largeur d'anomalie
estimées sur base
d'atténuations observées sur
des tirs consécutifs

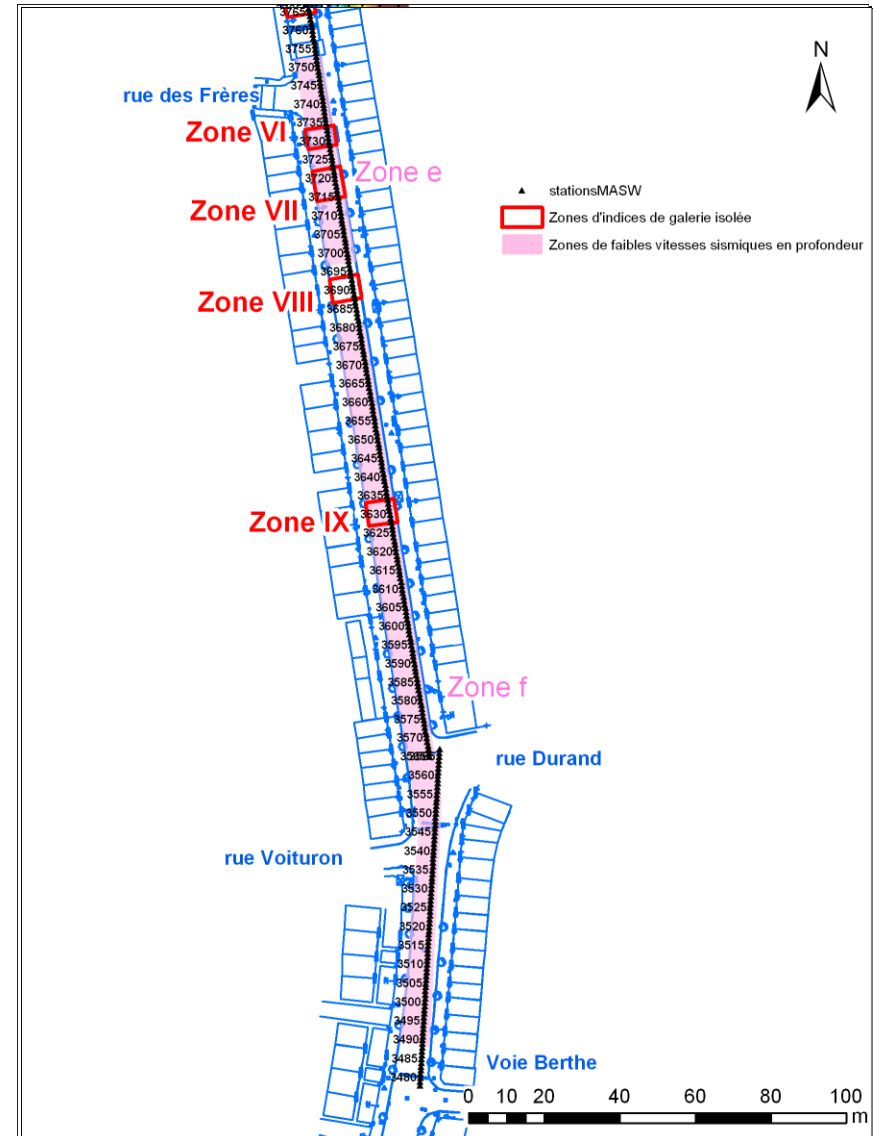
Diffraction ?

Profondeur approchée sur
base de l'analyse des courbes
de dispersion



Interprétation

- Prise en compte des données géotechniques pour affiner la position du toit des craies altérées
- Recherche des zones de faibles vitesses dans les craies
- Recherche des indices de cavités sur les sismogrammes et diagrammes de dispersion



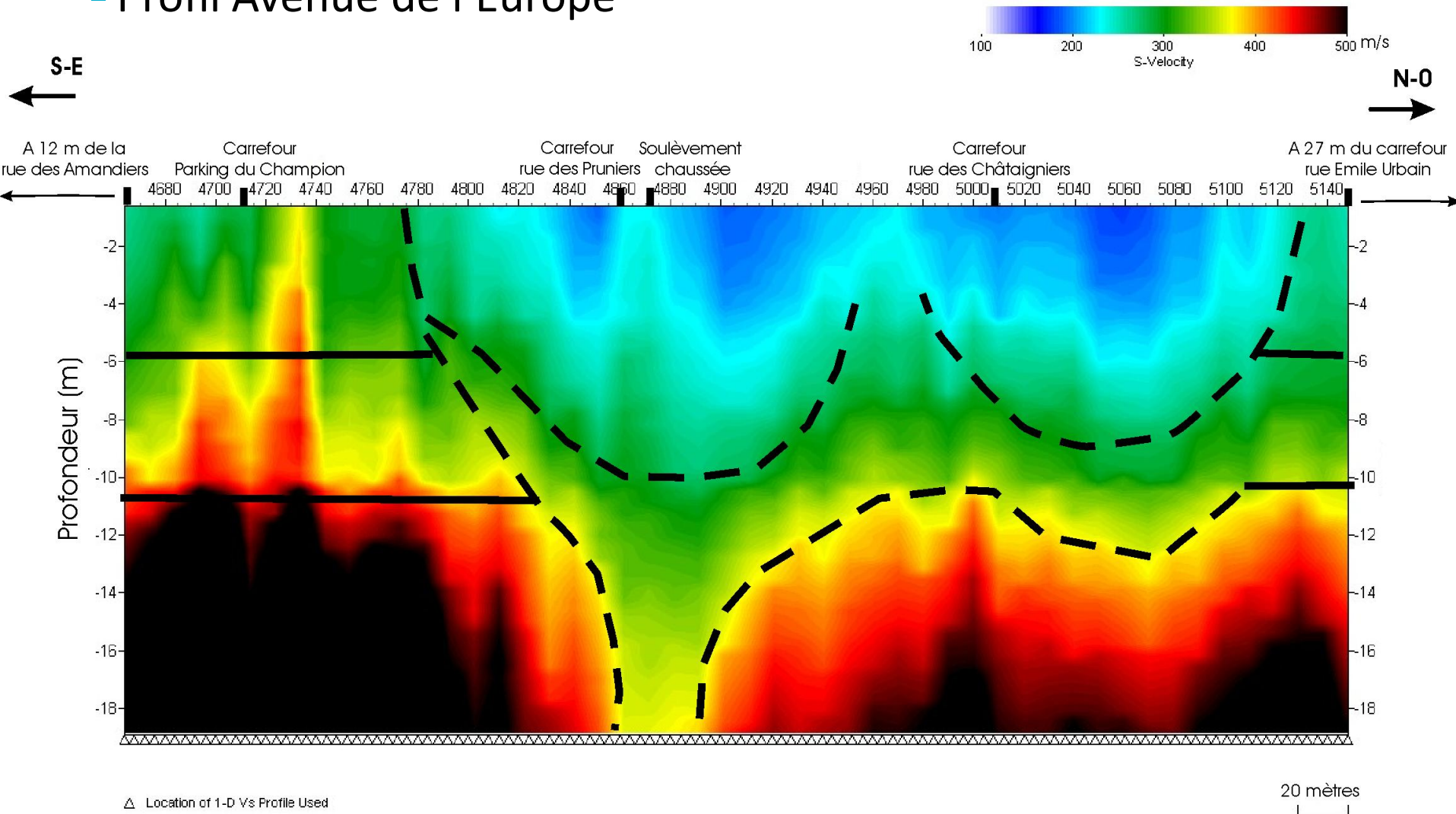
Interprétation

- Croisement avec les données disponibles a priori
- Localisation des essais pénétrométriques et forages complémentaires



Cas de Saint-Vaast

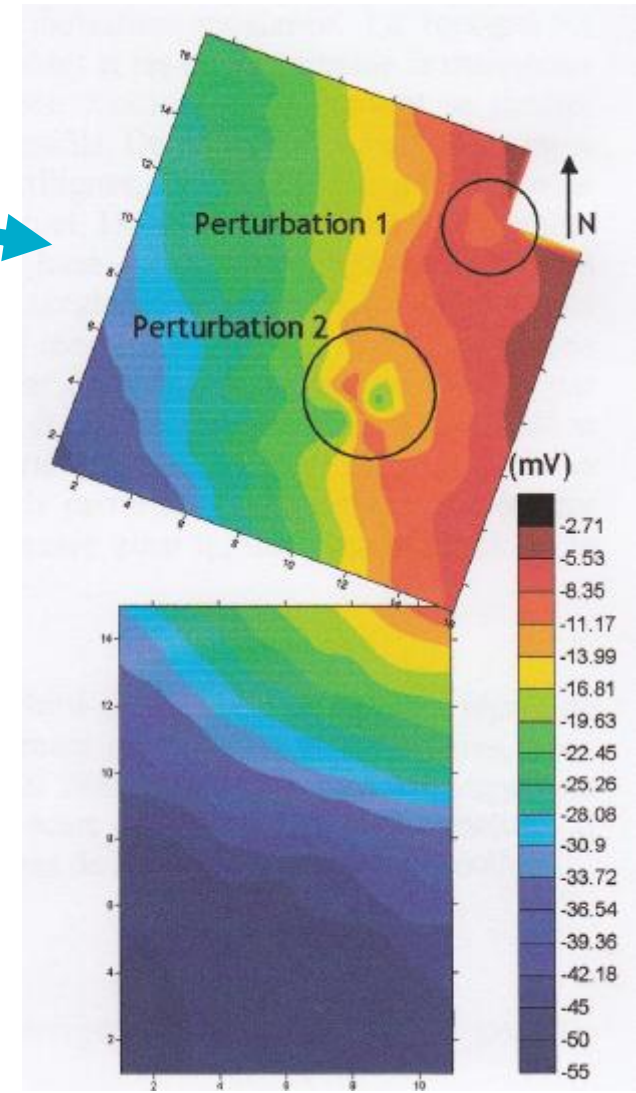
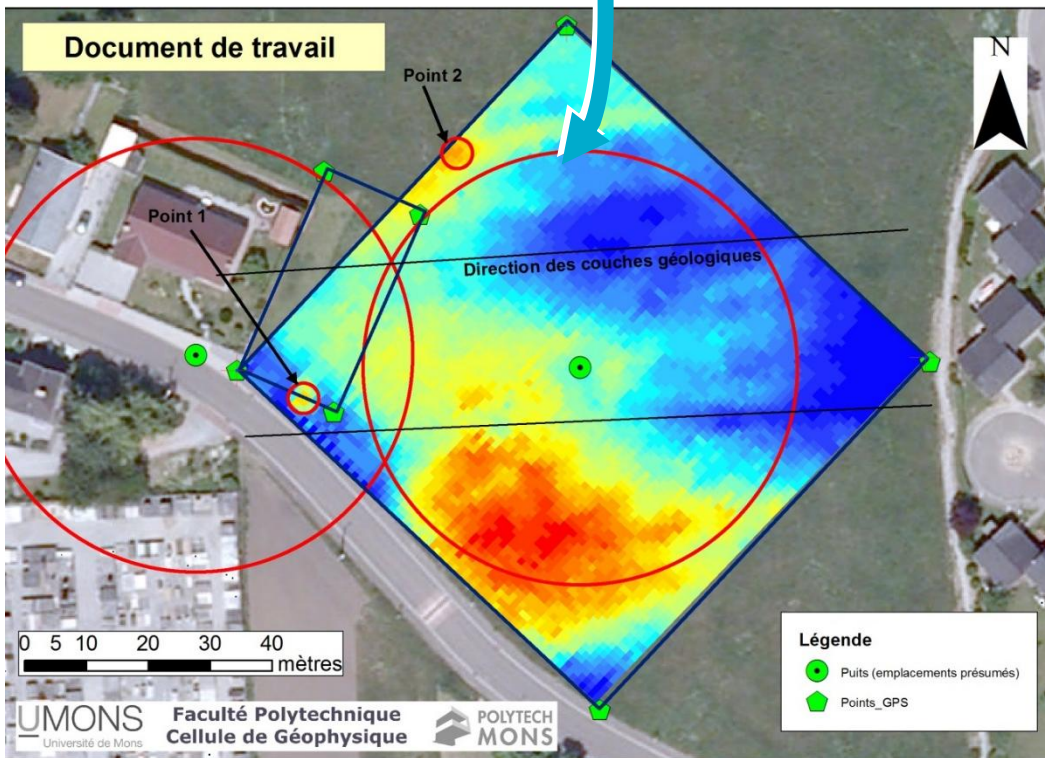
■ Profil Avenue de l'Europe



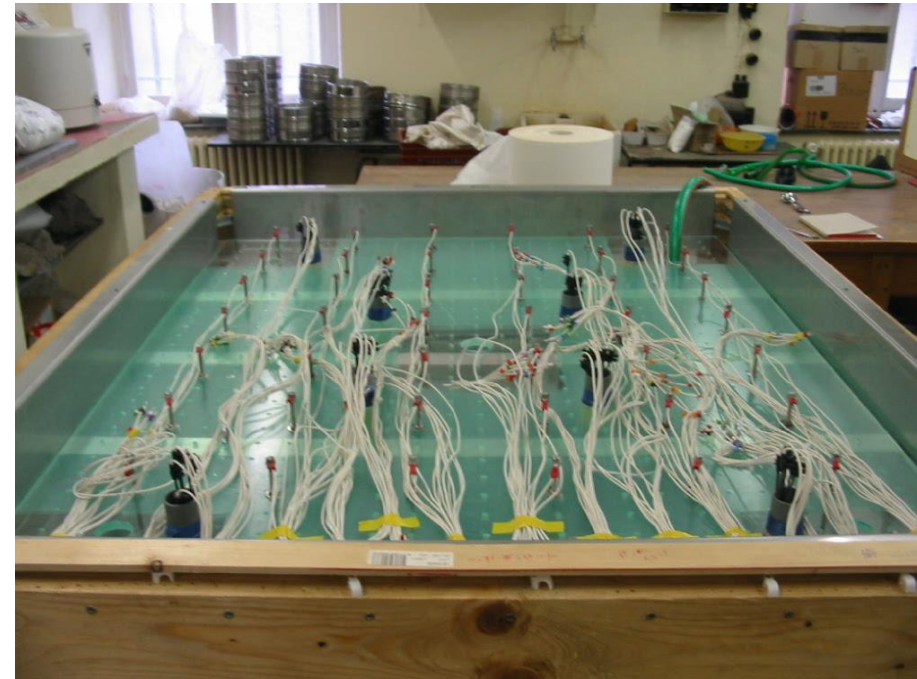
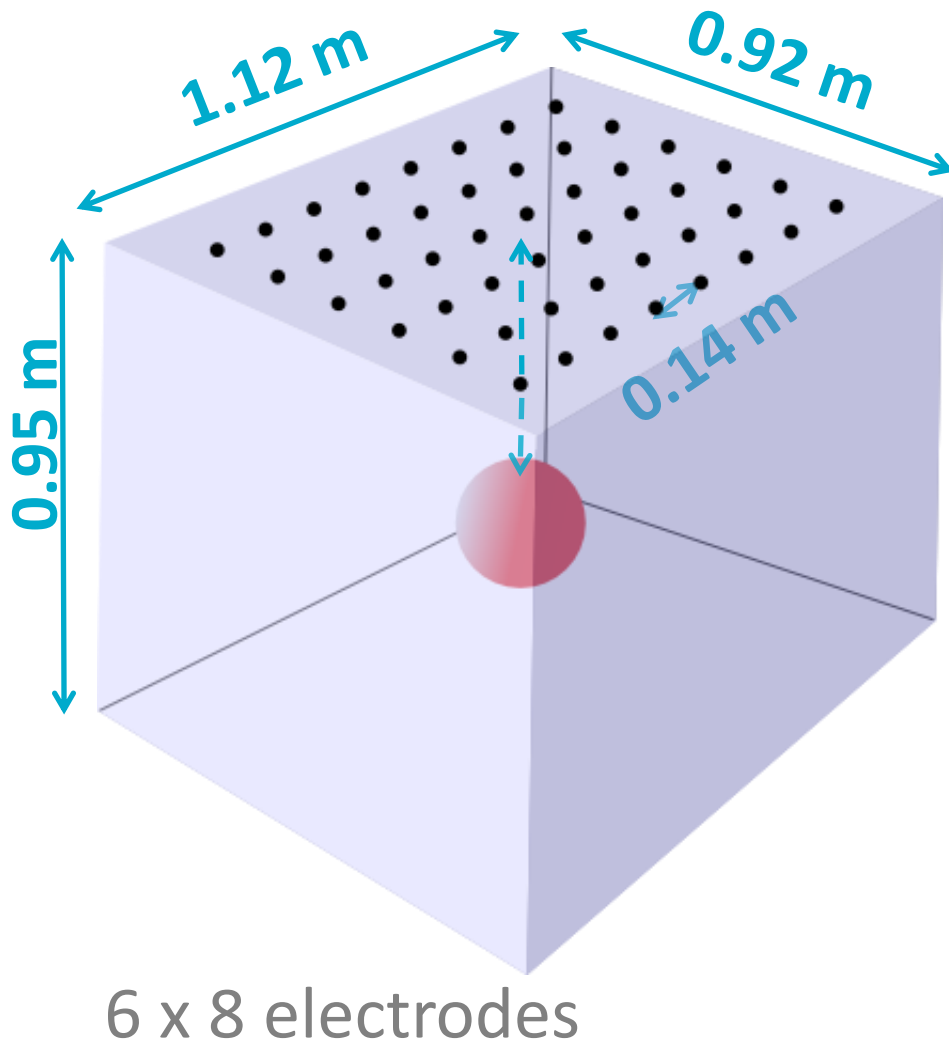
Autre exemple d'application

Recherche d'anciens puits de mine

- par polarisation spontanée
- par méthode EM



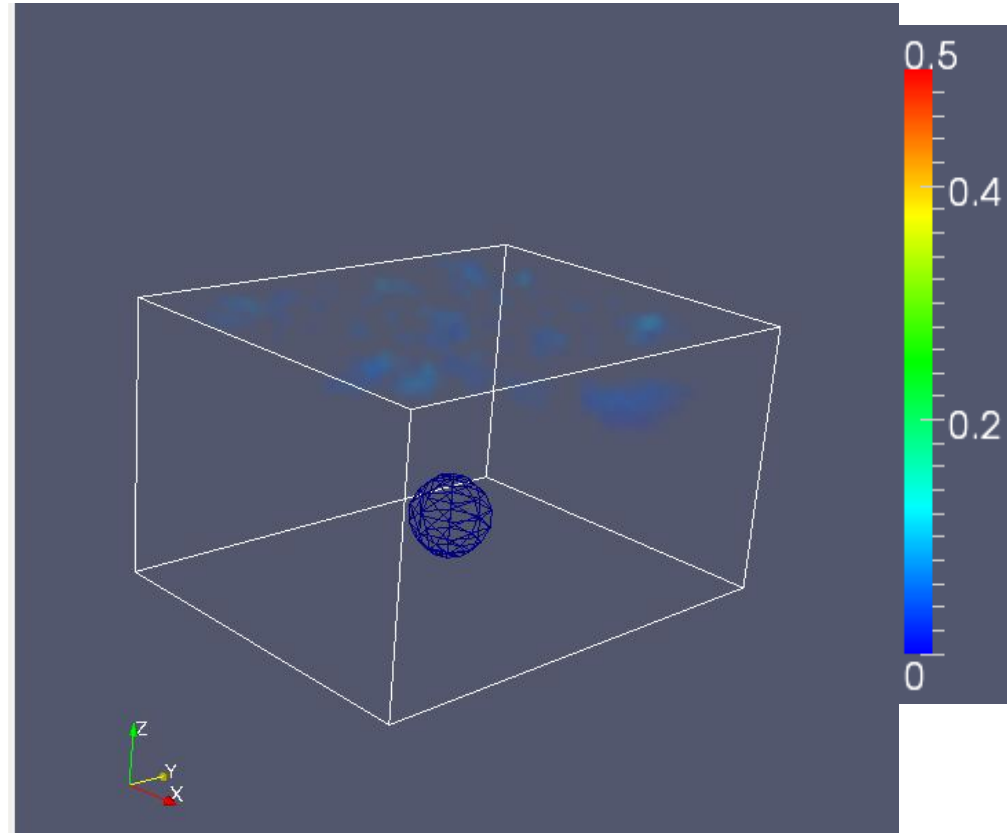
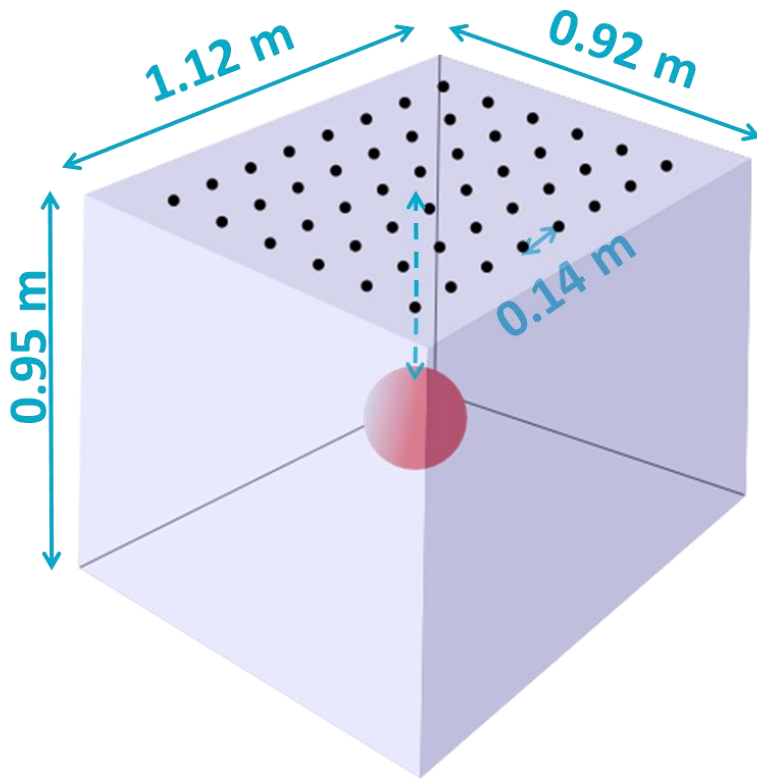
Expériences sur modèle



Cibles : Ø 70, 140 and 210 mm
De 560 à 0 mm de profondeur
 ΔV_{AB} : 10 V; $\rho_w \sim 500 \Omega.m$

Expériences sur modèle

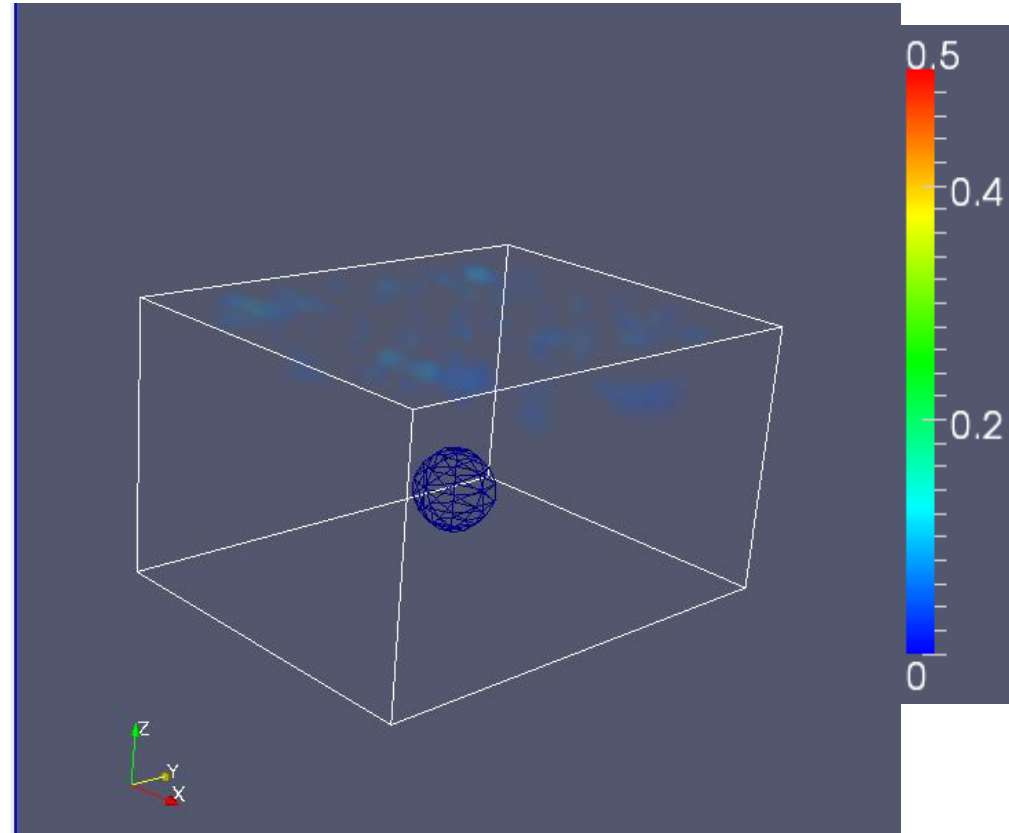
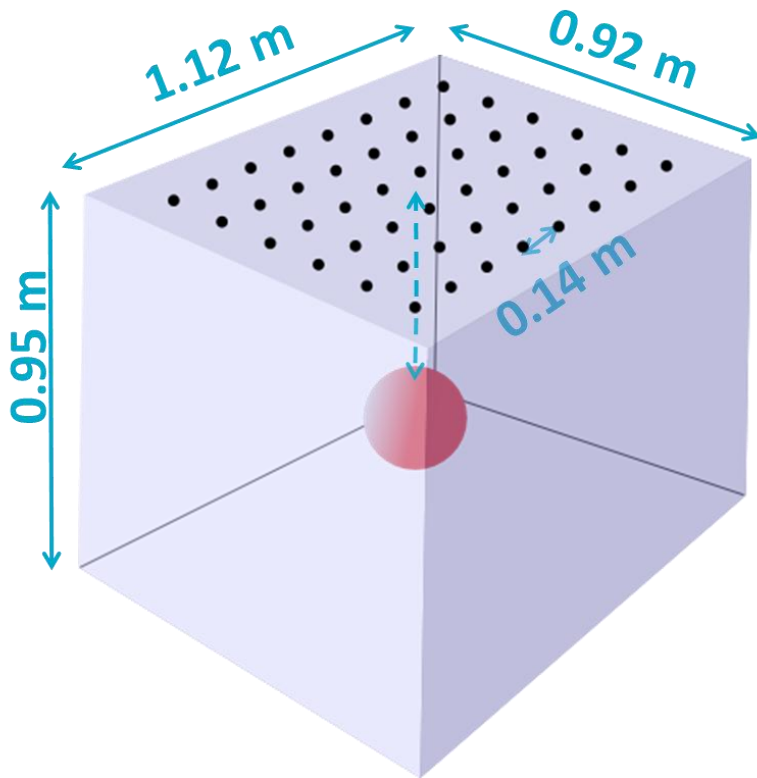
DD+WSC



Sommet de la sphère : 420 mm

Expériences sur modèle

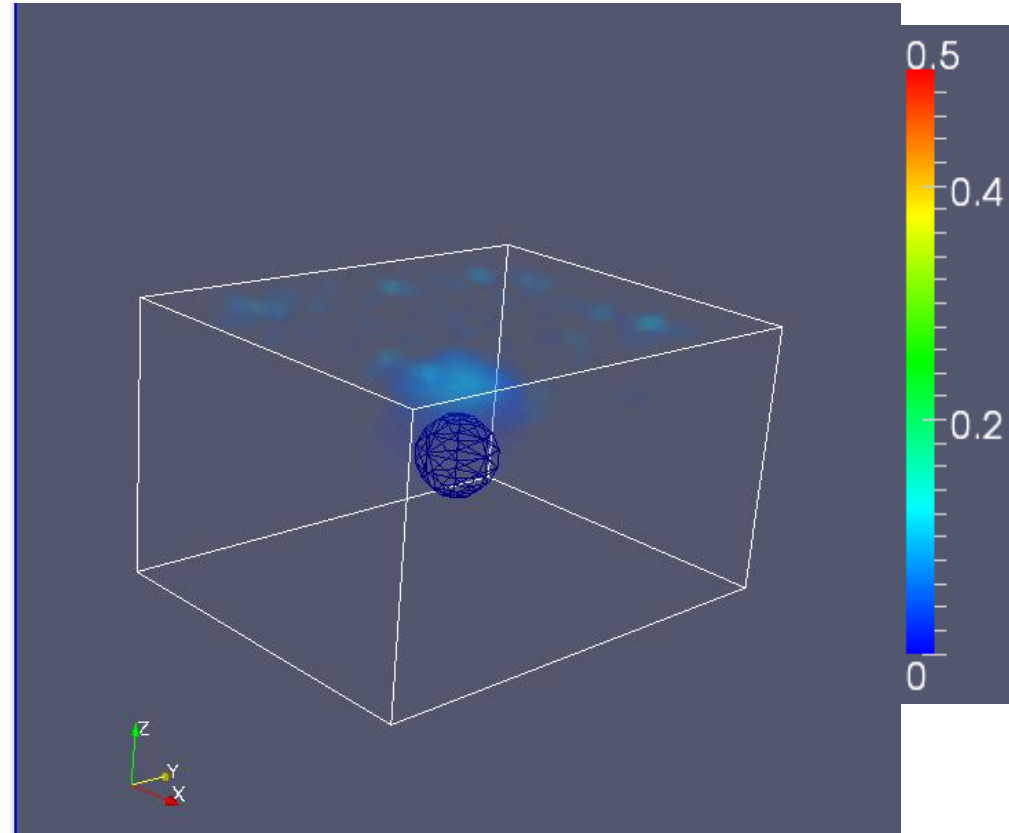
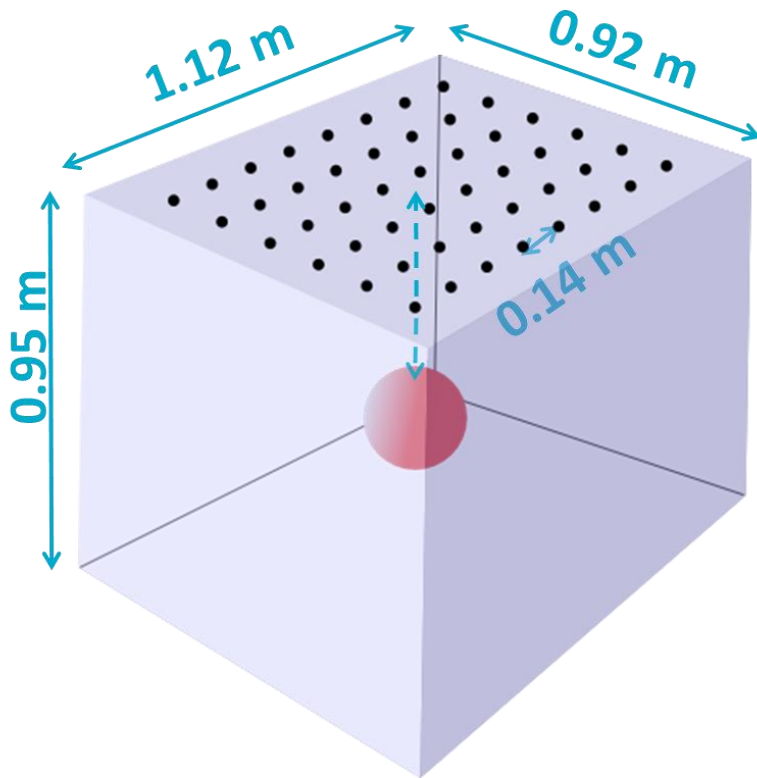
DD+WSC



Sommet de la sphère : 350 mm

Expériences sur modèle

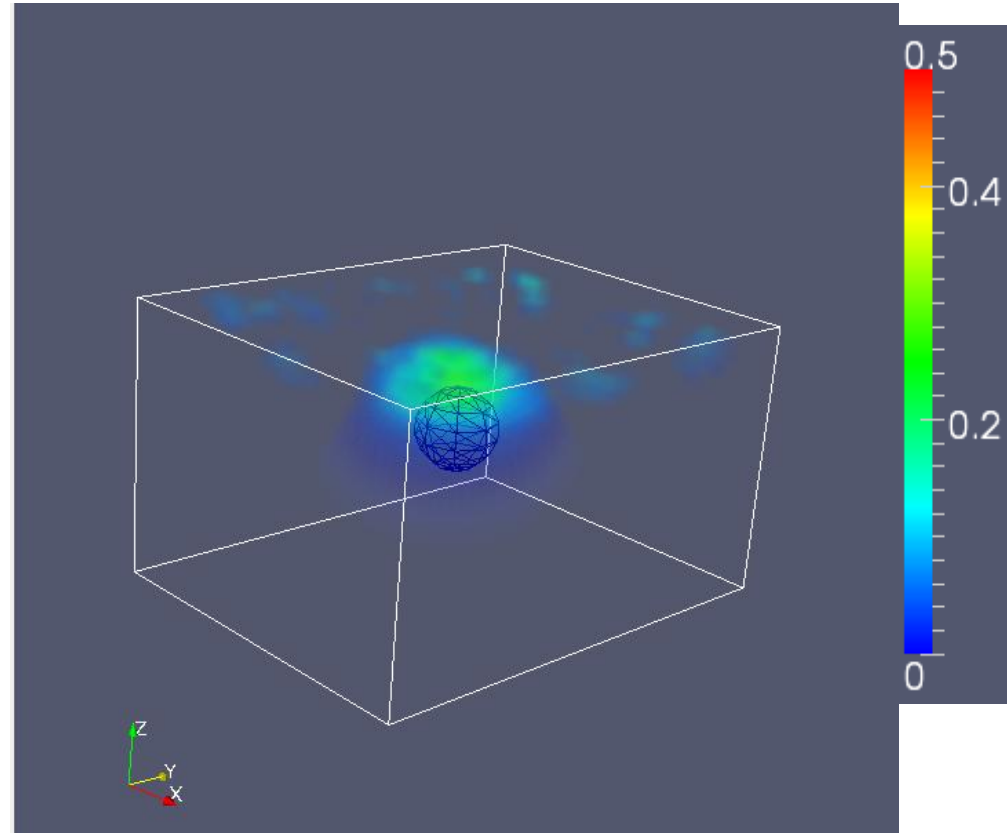
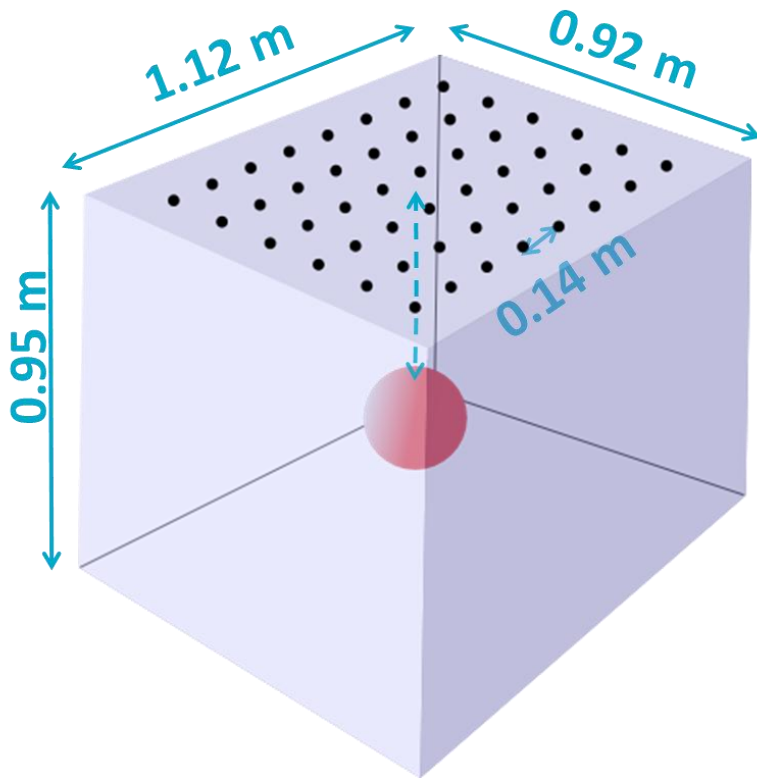
DD+WSC



Sommet de la sphère : 260 mm

Expériences sur modèle

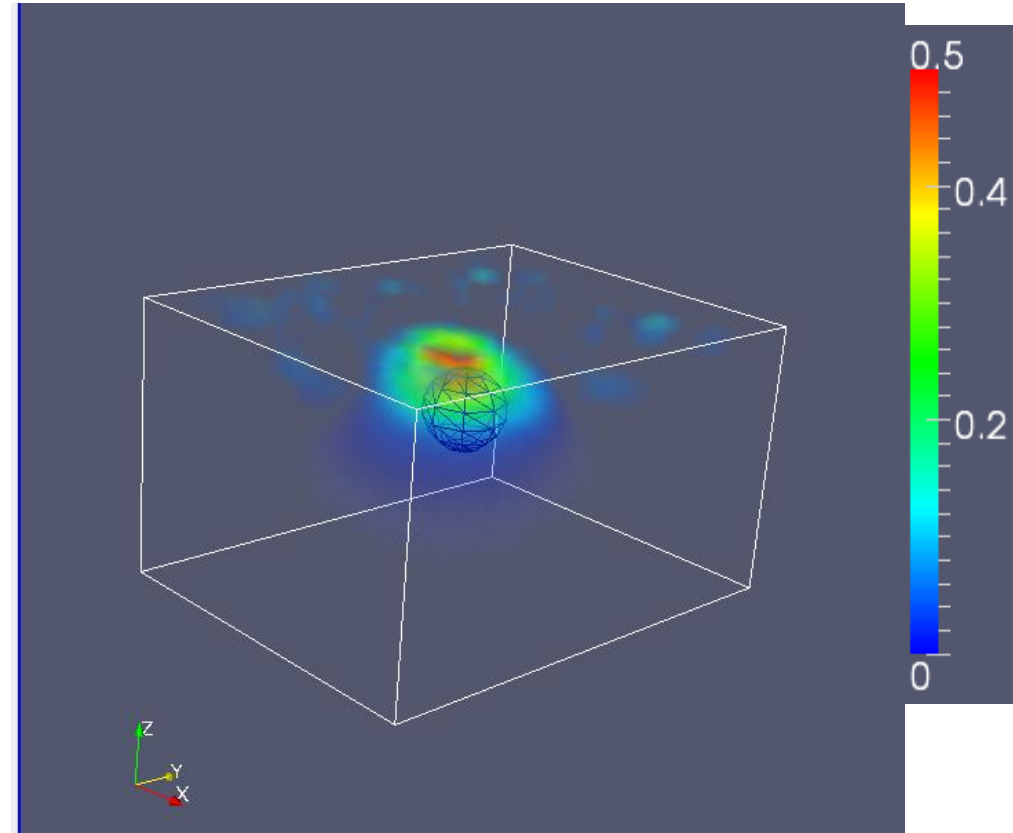
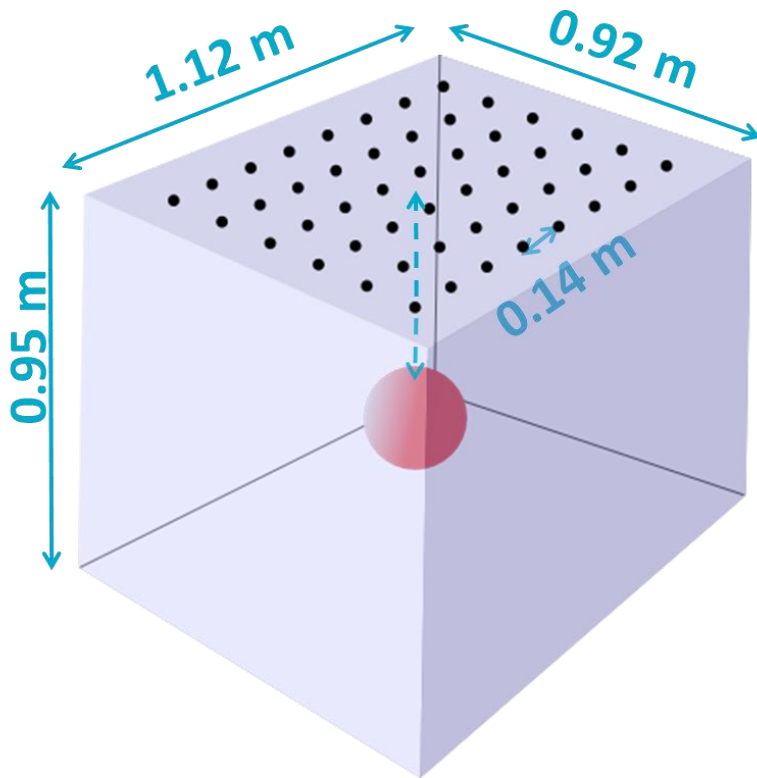
DD+WSC



Sommet de la sphère : 190 mm

Expériences sur modèle

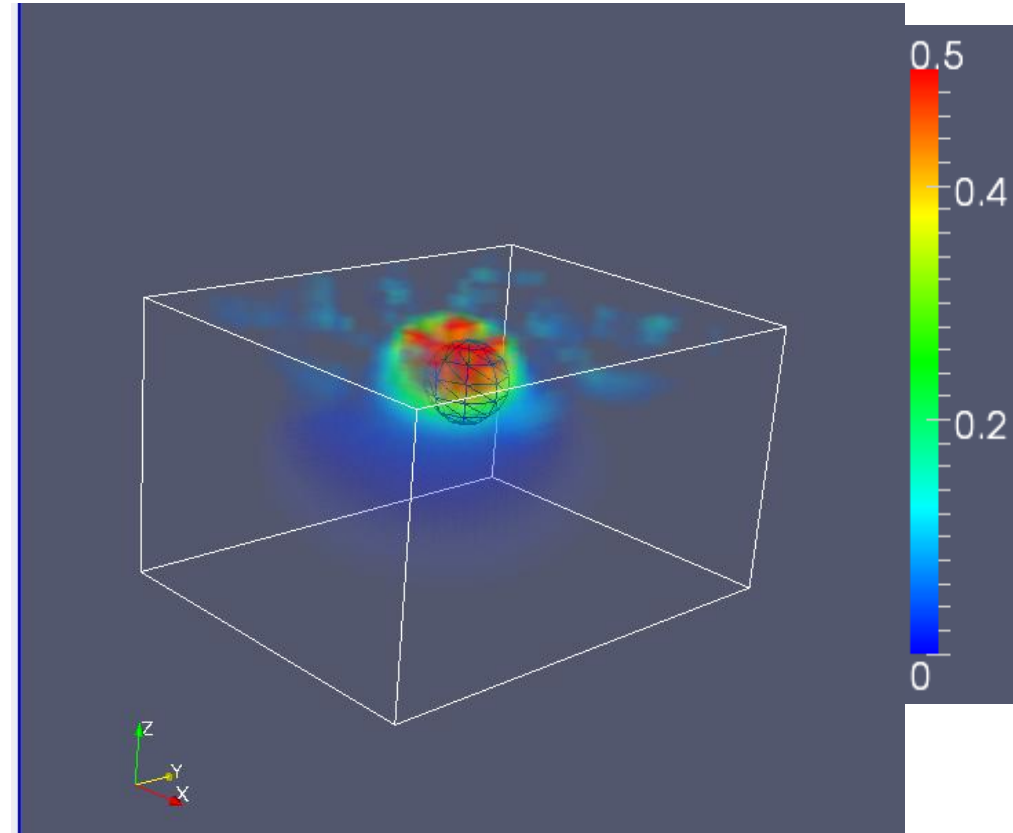
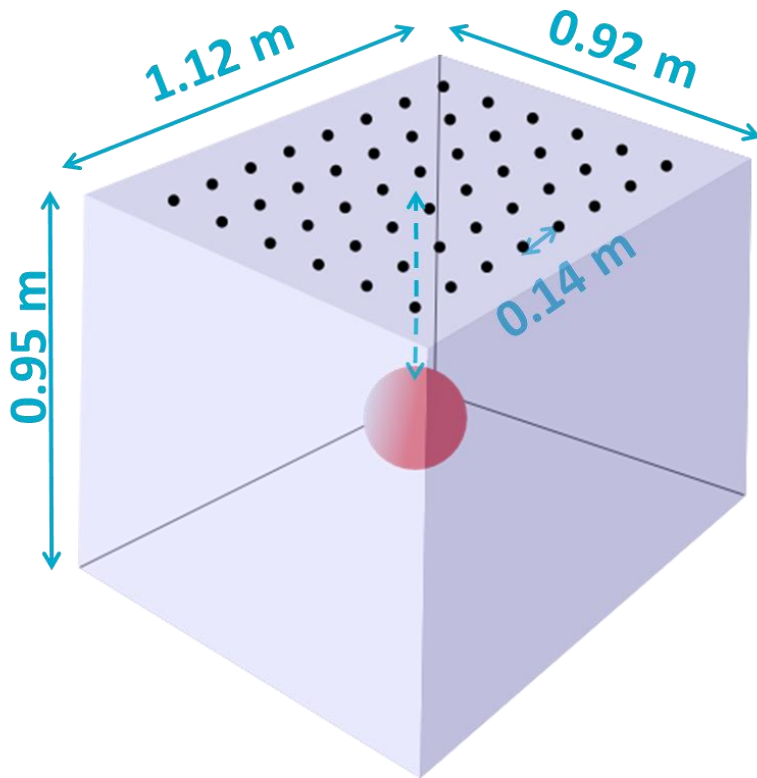
DD+WSC



Sommet de la sphère : 140 mm

Expériences sur modèle

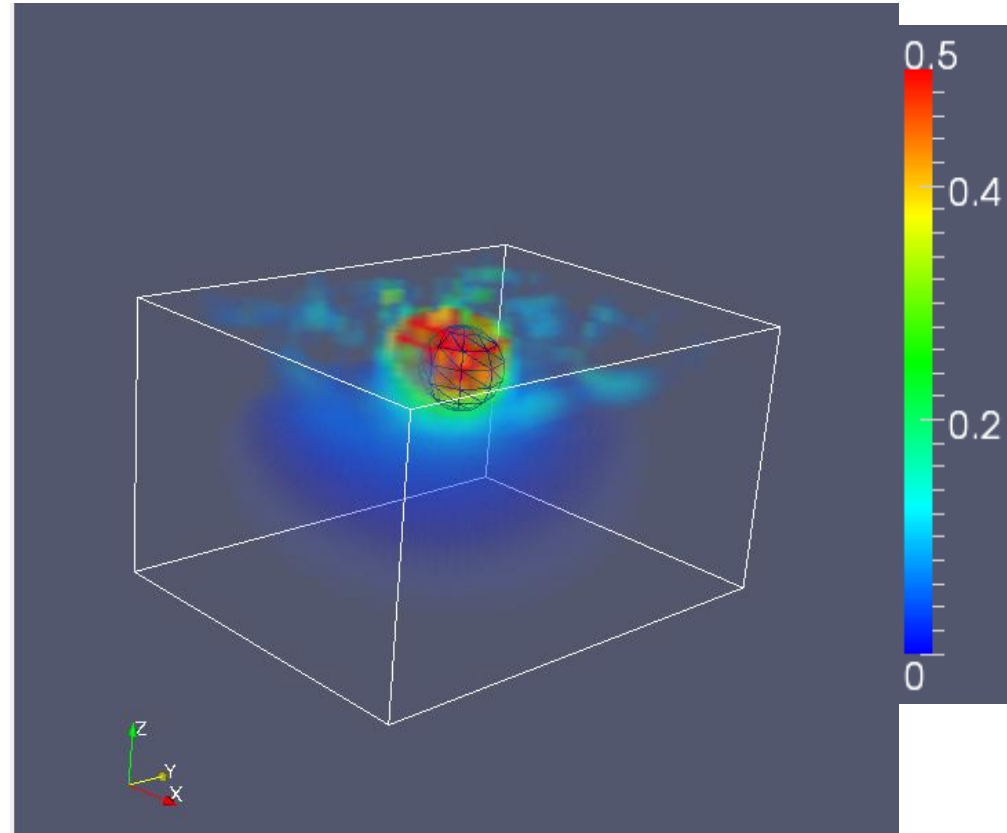
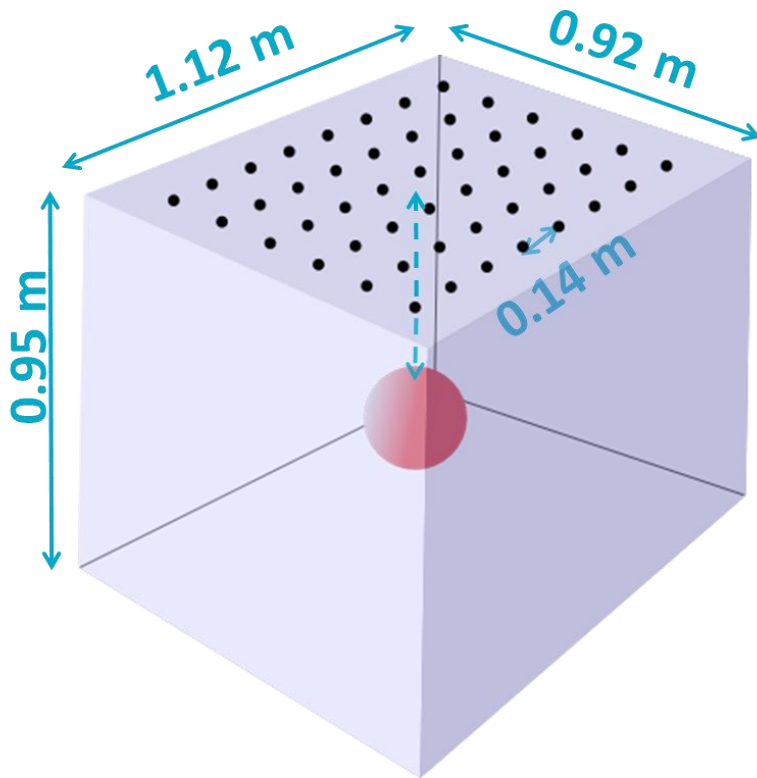
DD+WSC



Sommet de la sphère : 70 mm

Expériences sur modèle

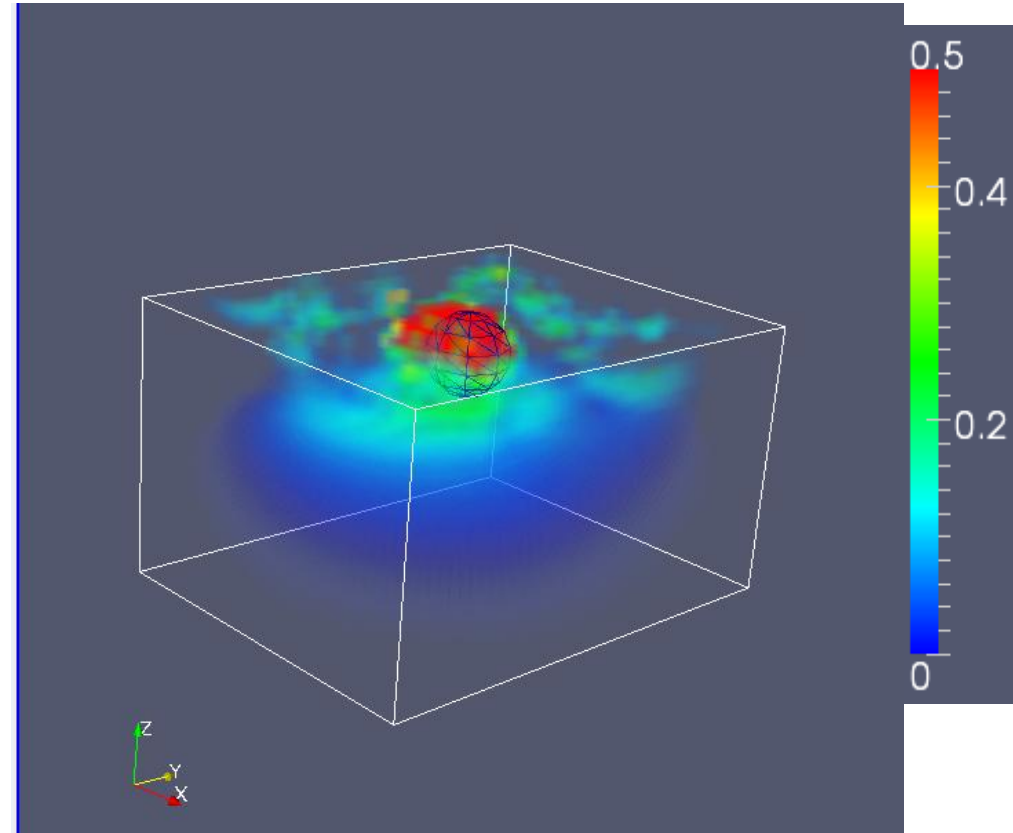
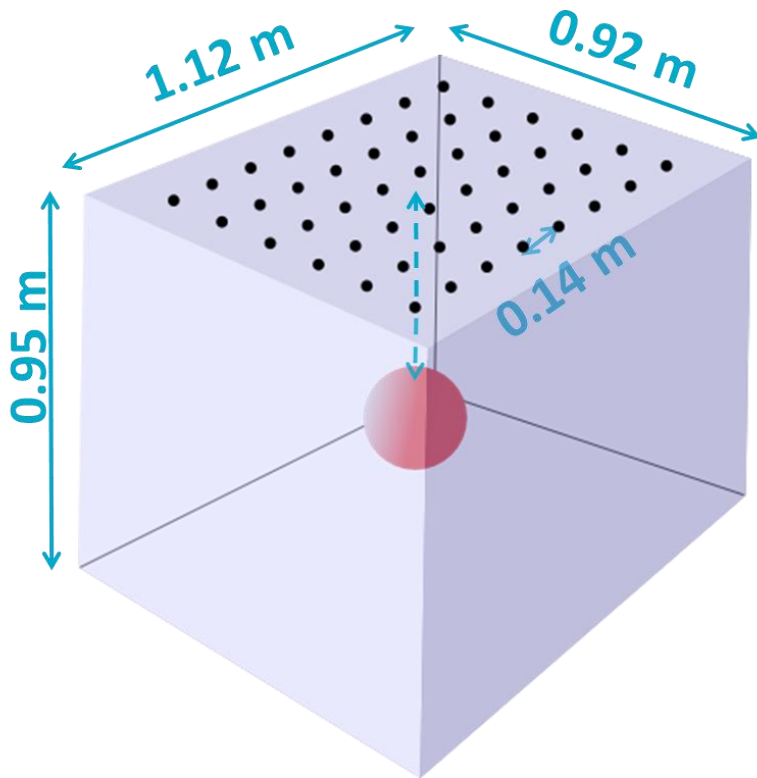
DD+WSC



Sommet de la sphère : 35 mm

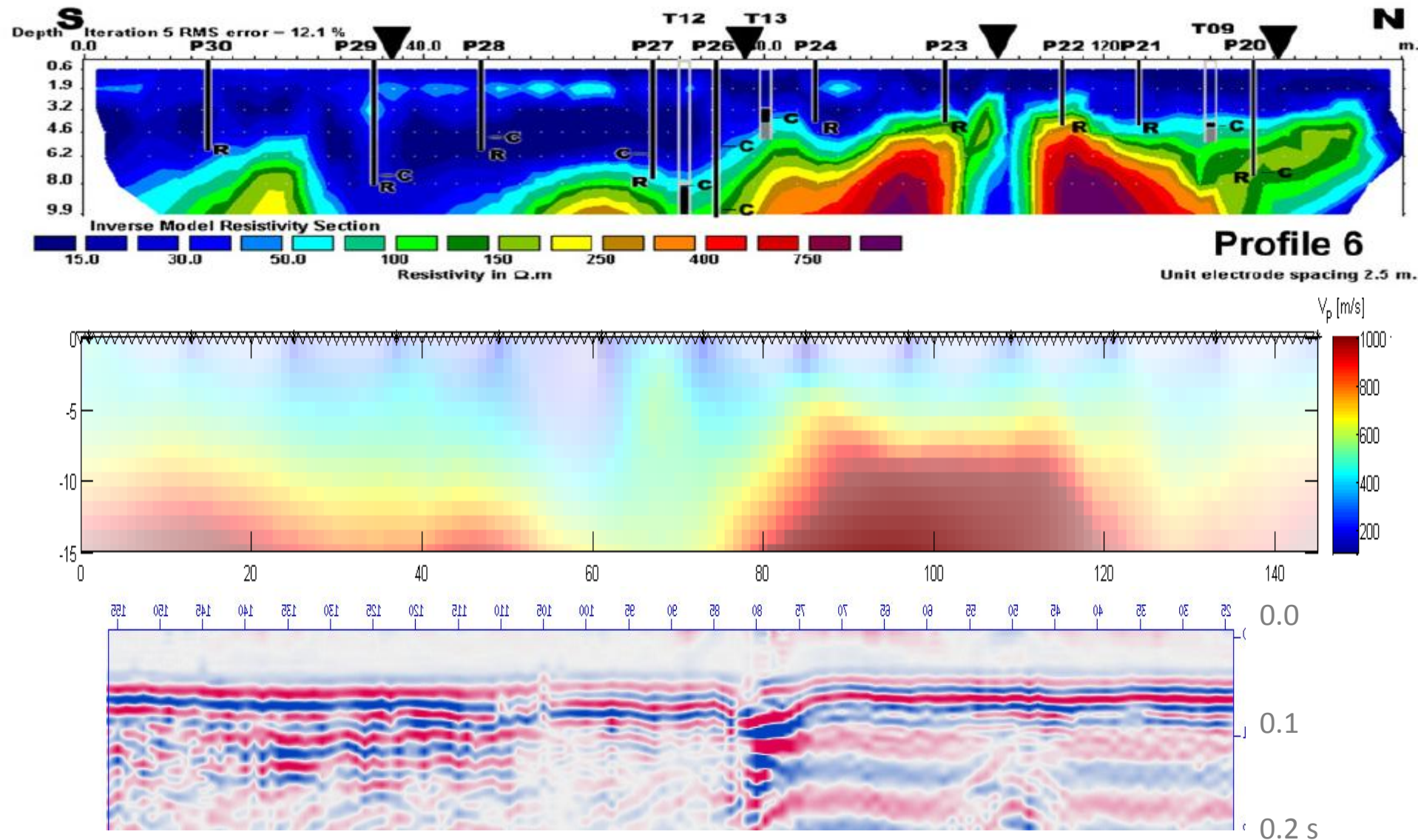
Expériences sur modèle

DD+WSC



Sommet de la sphère : 0 mm

Méthodes sismiques en développement



Conclusion

- Détection de cavités : problème difficile
- Méthodologie complète nécessaire
- Adaptation nécessaire du choix des techniques au contexte et aux enjeux

Contact : geophy@umons.ac.be // 065 / 37 46 13