

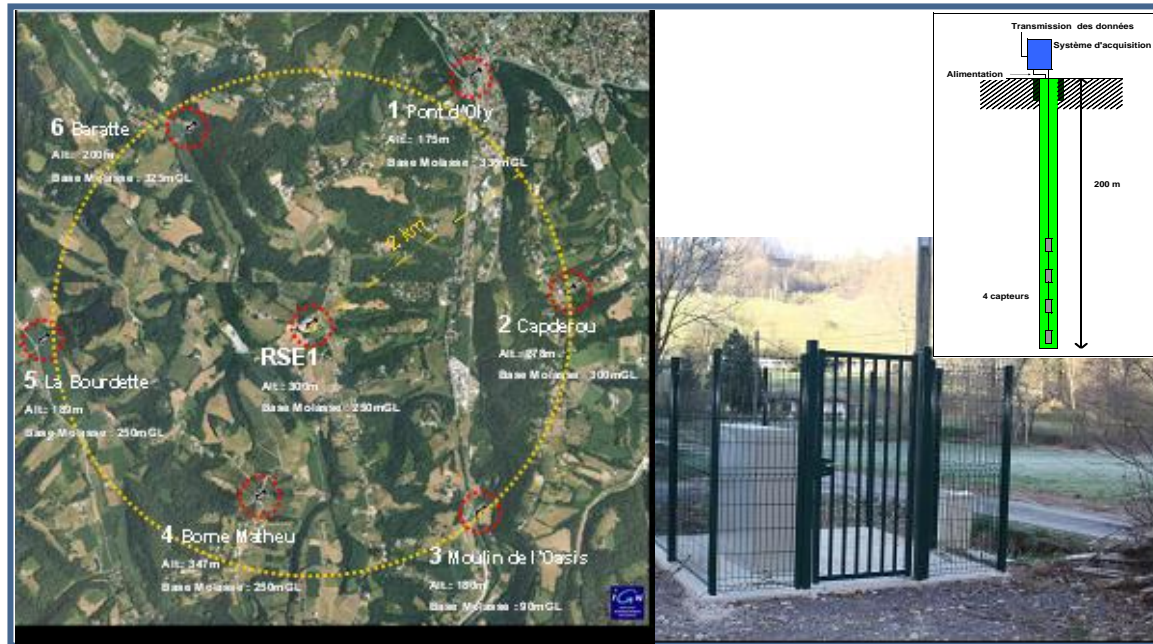
Pilote CO₂

CLIS – 10 novembre 2009

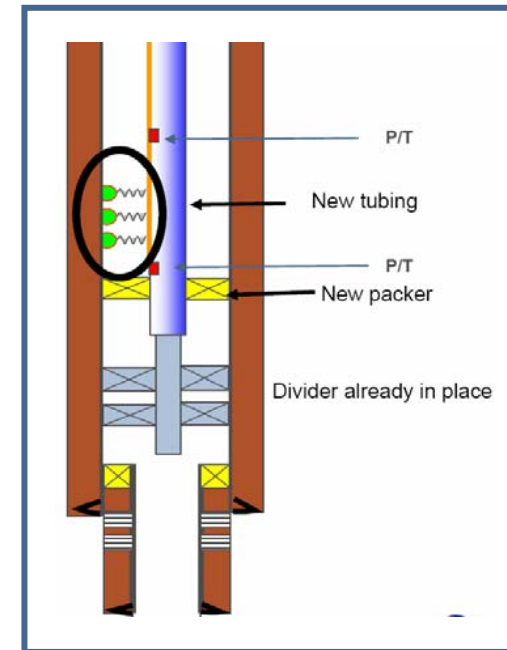
Réseau d'écoute sismique : dossier technique

Réseau d'écoute sismique de Rousse : description

- 7 antennes sub-surface (4 niveaux – 3 axes entre 130 et 190 m) : 6 puits dans un rayon de 2 km autour RSE-1 et le puits « Chapelle » près de RSE-1
- Une antenne dans le puits RSE-1, (3 niveaux – 3 axes entre 4180 m et 4380 m), informations remontées par fibre optique (Weatherford)
- 1 sismomètre triaxe de surface
- Les informations enregistrées par les antennes sont transmises en continu par un réseau haut débit à la société Magnitude (filiale de Baker Hughes – CGG Veritas)



Réseau surface



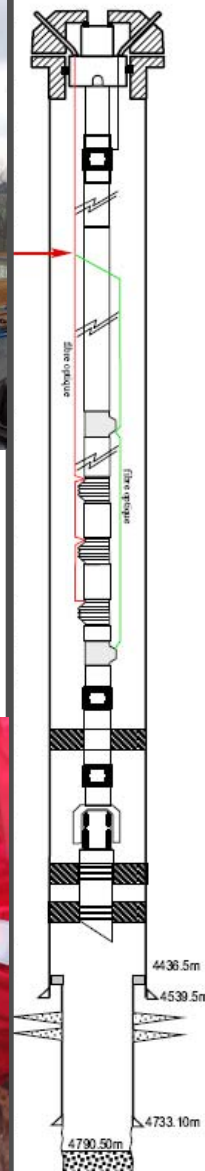
Antenne sur RSE-1

Réseau d'écoute sismique de Rousse : description

Mise en place de l'antenne sur le puits RSE-1



- ▶ Les capteurs sismiques sont intégrés à la fibre optique au départ d'usine.
- ▶ Le câble est fixé sur le tubing de production à l'extérieur de celui-ci.



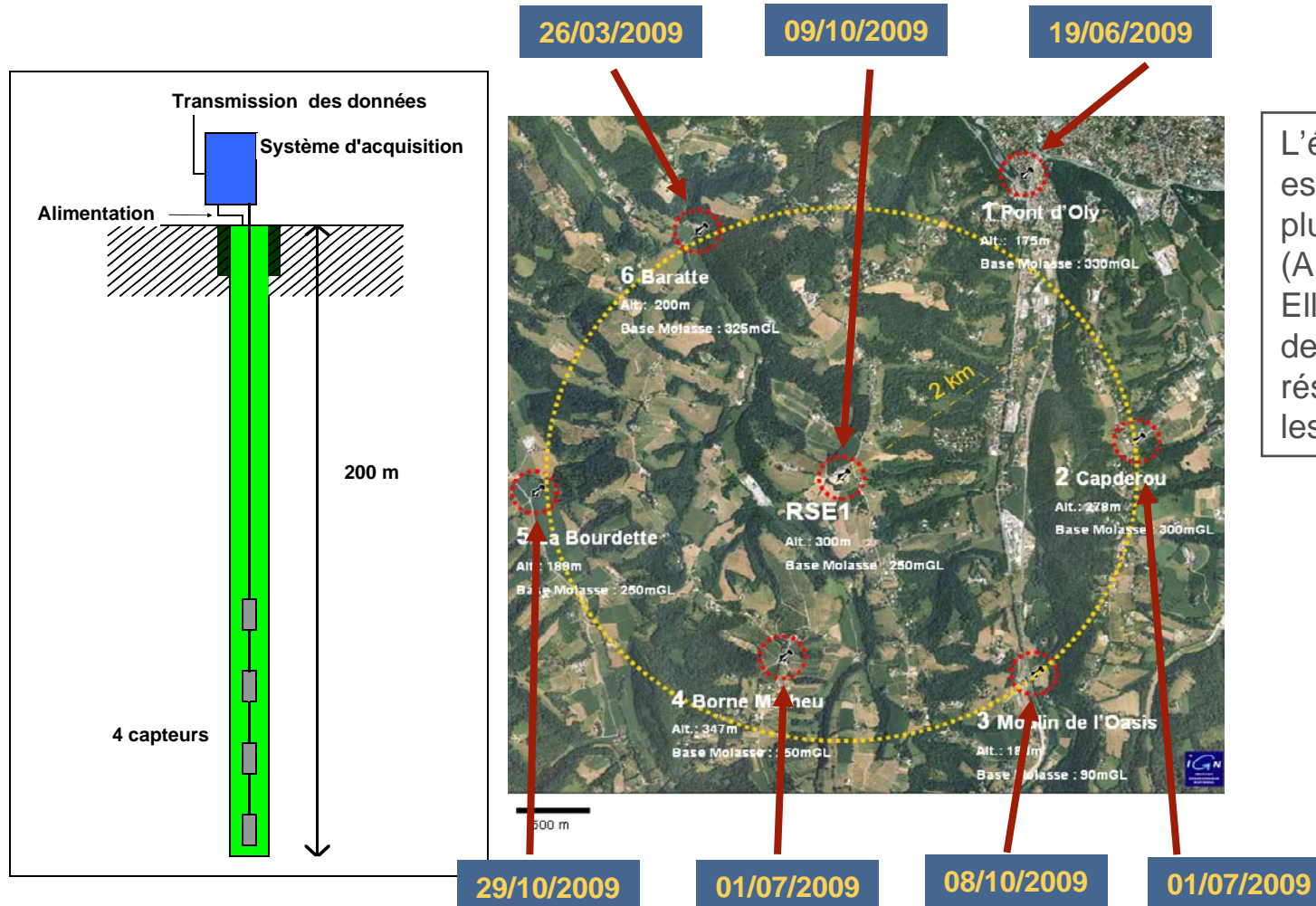
- ▶ Une équipe de 9 personnes de la société Weatherford s'est relayée pour assurer le déploiement du câble optique lors de la mise en place de la nouvelle compléction



Réseau d'écoute sismique de Rousse : description

Dispositif des antennes subsurface

Date de mise en service des antennes microsismiques de surface



L'écoute microsismique est en cours depuis plus de 7 mois (Antenne 6) – Elle est en cours depuis 4 mois par le réseau constitué par les capteurs 1,2,4 et 6

Réseau d'écoute sismique : pour quels objectifs ?

► Objectifs de surveillance de l'intégrité du site

- Réactivation de discontinuités existantes pouvant provoquer des chemins de migration de gaz, proche du réservoir : **micro séismes liés à des événements dans le réservoir ou en bordure : fracture, faille intra réservoir, faille bordière**
- Dérangements mécaniques dans la couverture du réservoir : **surveillance d'événements pouvant mettre en cause l'étanchéité de la couverture.**

► Objectif R&D

Phénomènes liés à l'injection, proche de la zone d'injection : Possibilité de détecter les **micro-séismes de très faible magnitude** correspondant à des phénomènes locaux, proche de la zone d'injection : création de micro-fracturation dans le réservoir.

C'est un objectif **R&D** pour **TOTAL** et les **Instituts** qui y voient une **source d'information unique.**

Réseau d'écoute sismique : pour quelles performances?

Niveaux de performance retenus par TOTAL dans le cadre d'un projet pilote

► Pour les objectifs de surveillance de l'intégrité du site

- Réactivation de discontinuités existantes pouvant provoquer des chemins de migration de gaz, proche du réservoir

Possibilité d'atteindre des événements microsismiques de magnitude inférieure à -1 jusqu'à une distance de 1.5 kilomètre du puits avec une incertitude de localisation inférieure de 250 m

- Dérangements mécaniques dans la couverture du réservoir

Possibilité d'atteindre des événements microsismiques de magnitude au moins égale à -1 dans la couverture avec une incertitude de localisation inférieure de 250 m

NB : Pour ces objectifs, on cherche principalement à repérer d'éventuels cheminements dans l'espace et le temps.

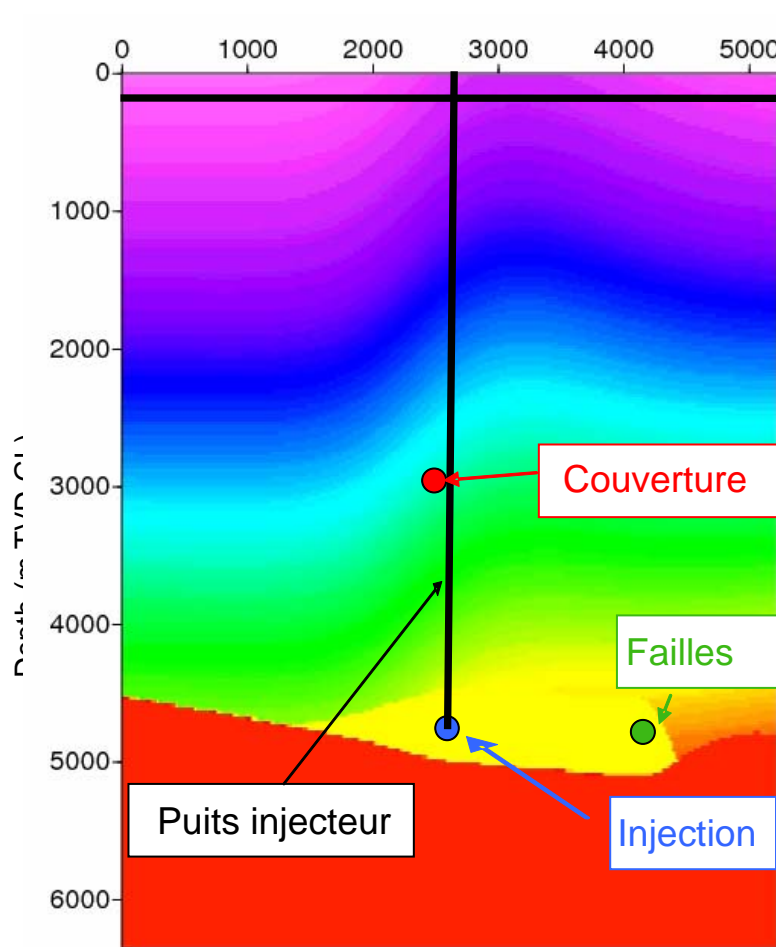
► Pour les objectifs R&D

- Phénomènes liés à l'injection, proche de la zone d'injection

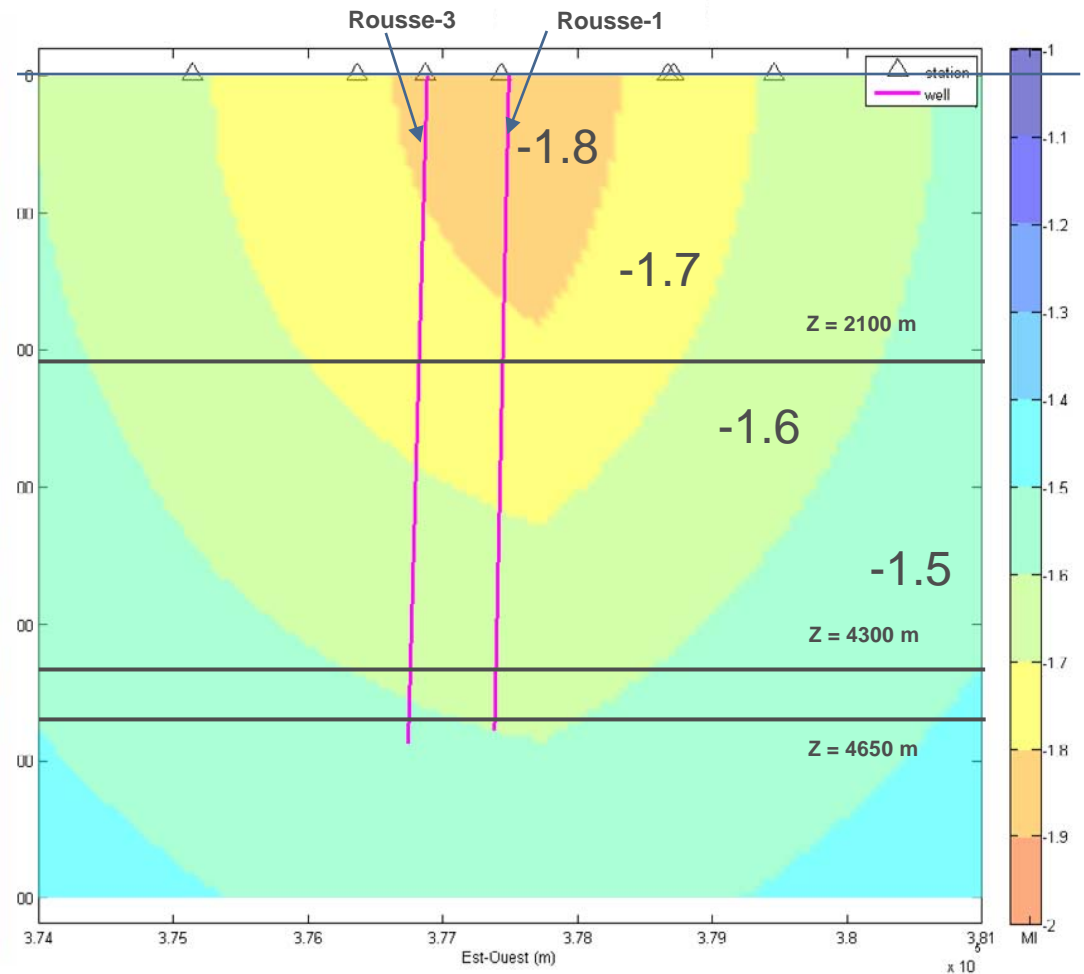
Possibilité d'atteindre des événements microsismiques de magnitude inférieure à -1.5 sur une cible de 100 m autour du puits avec une précision inférieure à 50m.

Réseau d'écoute sismique : pour quelles performances?

Positionnement des points objectifs et exemple de simulation (Magnitude)



Localisation des 3 événements objectifs des simulations



Sensibilité d'un réseau constitué uniquement des 7 antennes subsurface

Réseau d'écoute sismique : pour quelles performances?

Performances comparées des réseaux avec et sans l'antenne de fond

► Pour les objectifs de surveillance de l'intégrité du site

- Réactivation de discontinuités existantes

	Sensibilité (magnitude)	Incertitude de localisation
Objectifs de performances	magnitude inférieure à -1	250 m
Réseau complet	-1.5	110 m
Réseau des 7 antennes subsurface	-1.5	260 m

- Dérangements mécaniques dans la couverture du réservoir

	Sensibilité	Incertitude de localisation
Objectifs de performances	-1	250 m
Réseau complet	-1.7	50 m
Réseau des 7 antennes subsurface	-1.7	100 m

Réseau d'écoute sismique : pour quelles performances?

Performances comparées des réseaux avec et sans l'antenne de fond

► Pour l'objectif R&D

- Phénomènes liés à l'injection

	Sensibilité	Incertitude de localisation
Objectifs de performances	magnitude inférieure à -1,5	50 m
Réseau complet	-2,7 à -3	25 m
Réseau des 7 antennes subsurface	-1.6	240 m

- NB : en ce qui concerne le réseau complet, ce niveau de performance n'est atteint que pendant les périodes d'arrêt de l'injection.

Réseau d'écoute sismique : expertise ARMINES

A la question posée par la DRIRE sur la capacité du réseau constitué par les capteurs de subsurface à assurer la détection des mouvements sismiques conformément aux objectifs de performance,

la réponse du tiers expert ARMINES est :

« Suite à la défaillance des capteurs dans le puits RSE-1, le réseau est alors composé des 7 antennes de subsurface. Cette configuration permet d'atteindre les objectifs de performance fixés par TEPF, qui concernent les séismes pouvant porter atteinte à l'intégrité du site. La réalisation de ces objectifs nécessite cependant que l'incertitude sur le modèle de vitesse soit inférieure ou égale à 2%, c'est-à-dire que le modèle de vitesse doit être inversé suite à un tir de calibration. »

Réseau d'écoute sismique : calibration du réseau

Objectifs de la calibration (opération qui consiste à provoquer une onde en un lieu connu - fond ou surface - dont les effets sont enregistrés par les antennes du réseau)

- Avec les informations des temps de trajet réels, on réalise une opération d'optimisation du modèle de vitesse existant entre la zone de tirs et les antennes. L'incertitude sur le modèle de vitesse passe à une valeur de 2%.
- On réalise la preuve de la fiabilité du réseau et la validité du seuil de détection avec l'utilisation de charges d'intensité différentes.

Réalisation de la campagne de calibration du réseau des 7 antennes subsurface

- Tirs de perforations effectués sur le puits voisin RSE-3, producteur actuel sur le réservoir Meillon, à 4750 m de profondeur
- Les 7 antennes subsurface actives
- Réalisation planifiée

Réseau d'écoute sismique - Conclusions

- ▶ L'expertise a validé qu'avec le réseau composé des 7 antennes de subsurface sans l'antenne RSE-1, les objectifs de performance fixés par TEPF, concernant les séismes pouvant porter atteinte à l'intégrité sont assurés
- ▶ La campagne de calibration du réseau des 7 antennes subsurface va être réalisée