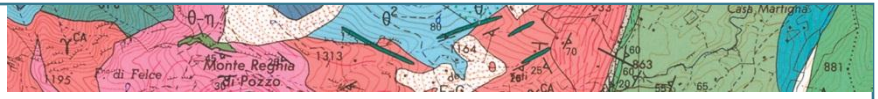

Tierce-expertise du Bilan intermédiaire d'exploitation du pilote de Rousse

Géosciences pour une Terre durable
brgm

CLIS Rousse

lundi 25 novembre 2013

Contexte des interventions BRGM

- **Tierce-expertise du dossier « Mines » de demande d'autorisation**
  - RC-56440-FR + RP-56998-FR
  - Pas de risques majeurs à court terme
  - Besoins complémentaires le long terme
- **Avis sur les performances du réseau d'écoute microsismique**
  - RP-57741-FR
  - Sensibilité suffisante pour détecter des ruptures menaçant l'intégrité du réservoir
  - Capteurs de fond de puits = outils R&D
- **Charte de l'expertise du BRGM**
  - AFNOR NF X 50-110 « *Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise* »

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Demande

> **Expertise du bilan intermédiaire**
- Révision études d'impacts et de dangers
- Proposition de réduction de la surveillance

> **Courrier DREAL – TOTAL 02/04/2013**

1. Absence d'effet mesurable sur l'environnement
2. Absence d'effet mesurable sur le réservoir
3. Nouveaux scénarios au vu de l'accidentologie de 2009; évaluation du scénario de communication via le puits entre l'aquifère de Lasseube et le réservoir
4. Programme de surveillance post-injection
   - Détecter désordres dans le réservoir et fuites en surface
   - Disposer de toutes les données nécessaires à l'issue des 3 ans pour l'étude du confinement permanent et sûr

INERIS + UPPA

brgm

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Documents supports de l'expertise

> **Bilan intermédiaire d'exploitation**

> **Notes de synthèse**

- Mise à jour des modélisations géochimiques de l'injection de CO_2 (6 notes)
- Modélisation du comportement géomécanique du stockage
- Bulletins semestriels de surveillance sismique (6 bull.)
- Tableur de relevé des paramètres d'injection
- Note sur la mesure de la pression d'entrée dans la couverture

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Effets mécaniques

> **Surveillance microsismique**

- Faible nombre d'événements, M<-0,3
- Pas de réactivation des failles
- Intégrité de la couverture pas menacée
- Incertitudes de localisation ?

> **Modélisation hydromécanique 1D / 3D**

- Démarche pertinente conforme à l'état de l'art
- Hypothèses matériaux prudentes
- Incertitudes couvertes par différents scénarios
- Pression 90 bars << Pression critique (410 bars)
- Comparaison modèles – observation microsismique ?

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Effets chimiques

> **Approche numérique**
- Pas de confrontation possible à des observations

> **Caractérisation minéralogique**
- Réservoir + couverture
- **Grande qualité** des travaux réalisés

> **Modélisation chimique de l'eau de base**
- Interrogation sur certaines hypothèses (électroneutralité non prise en compte)
- Nécessité d'études sur la **sensibilité** des hypothèses

> **Modélisation en système fermé**
- **Extrapolation** à un système ouvert (réservoir) ?
- Simplification du modèle chimique pour l'échelle réservoir ?

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Effets chimiques

> **Modélisation du transport réactif**

- Nombreuses lacunes
- Problèmes numériques GEM relatés par l'auteur
  - Précipitation de sels
  - Perméabilités relatives

➔ Difficile de statuer sur les résultats

> **Diffusion dans la couverture**

- Etude de sensibilité sur le coefficient de diffusion
- Prise en compte des cinétiques réactionnelles
- Conditions aux limites ?
- Autres minéraux susceptibles de précipiter ?

> **Quels effets réels du CO_2 ?**

- Réactions chimiques dans le réservoir avant l'injection

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Phase de surveillance

> Capacité à détecter des défaillances

- Réseau d'écoute microsismique suffisant
  - Vérifier sa sensibilité vs. mesures de fond de puits ?
  - Préciser les incertitudes de localisation
- Poursuite de la surveillance du puits
  - Contrôle quotidien de la pression annulaire

> Etudes pour le long terme

- Précisions sur un mode de perte d'intégrité de la couverture (*dyke-type extension*)
- Intégration de l'information de vulnérabilité de faille dans le programme de surveillance
- Programme de recherche géomécanique
- Reprise des études géochimiques
- Diagraphie du puits avant fermeture définitive

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Recommandations pour la surveillance (TEPF)

			Surveillance pendant la période d'injection			Surveillance post-injection		
Méthode	**Milieu**	**Technique employée**	**Paramètres mesurés**	**Points de mesures**	**Fréquence**	**Paramètres mesurés**	**Points de mesures**	**Fréquence**
Surveillance des écosystèmes	**Biotope Faune /Flore** Flore et habitats naturels Amphibiens Insectes	Etude faune flore (étude du stress des végétaux)	Contacts identifiés	33 stations	annuelle	Il est proposé de ne pas maintenir ce suivi pendant la phase de surveillance.		
				20 stations d'écoute nocturne 51 stations de relevé	annuelle			
				33 stations	annuelle			
Surveillance de la qualité des eaux de surface	**Eaux de surface**	Prélèvements et Analyses				Il est proposé de ne pas maintenir ce suivi pendant la phase de surveillance.		
	L'Arribeu		Physico-chimiques Bio-indicateurs : IBGN/IBD	2 stations	semestrielle			
	Ru d'Ollé Laprune		Physico-chimiques Bio-indicateurs : IBGN/IBD	1 station	semestrielle			
	La Juscle		Physico-chimiques Bio-indicateurs : IBGN/IBD	1 station	semestrielle			
	Confluence de l'Arribeu avec las Hies		Physico-chimiques	1 station	semestrielle			
Surveillance de la qualité des aquifères environnants	**Eaux souterraines**	Prélèvements et Analyses				Il est proposé de ne pas maintenir ce suivi pendant la phase de surveillance.		
	Nappe perchée		Physico-chimiques	3 sources	semestrielle			
	Nappe gave de Pau		Physico-chimiques	3 forages	semestrielle	Il est proposé de ne pas maintenir ce suivi pendant la phase de surveillance.		
	Nappe Sables infra-Molassiques		Physico-chimiques	3 forages	semestrielle	Il est proposé de ne pas maintenir ce suivi pendant la phase de surveillance.		
	Calcaire de Lasseube		Physico-chimiques	3 forages	semestrielle	Physico-chimiques	3 forages	annuelle
Suivi des émanations de CO_2 venant du sol	Air de surface	Mesure de flux dans une chambre d'accumulation	CH_4 et CO_2	35 points de mesures	semestrielle	Il est proposé de ne pas maintenir ce suivi pendant la phase de surveillance.		
Surveillance des gaz dans les sols	Sols de surface	Concentration des gaz dans le sol	CH_4, CO_2 et O_2	35 points de mesures	semestrielle	CH_4, CO_2 et O_2 Rapport isotopique du Carbone	35 points de mesures	annuelle
Surveillance sismique de surface	**Sismique de surface** Mouvements de la roche	Sismomètre en surface	Ecoute en continu	5 antennes	continue	Ecoute en continu	5 antennes	continue

Recommandations pour la surveillance (INERIS / UPPA / BRGM)

Méthode	Milieu	Technique employée	Surveillance pendant la période d'injection			Surveillance post-injection		
			Paramètres mesurés	Points de mesures	Fréquence	Paramètres mesurés	Points de mesures	Fréquence
Surveillance des écosystèmes	**Biotope Faune /Flore** Flore et habitats naturels Amphibiens Insectes	Etude faune flore (étude du stress des végétaux)	Contacts identifiés	33 stations	annuelle	Flore et habitats naturels	-	-
				20 stations d'écoute nocturne 51 stations de relevé	annuelle	Amphibiens	20 stations	annuelle
				33 stations	annuelle	Insectes	-	-
Surveillance de la qualité des eaux de surface	**Eaux de surface**	Prélèvements et Analyses						
	L'Arribeu		Physico-chimiques Bio-indicateurs : IBGN/IBD	2 stations	semestrielle	Physico-chimiques Bio-indicateurs : IBGN/IBD	2 stations	semestrielle
	Ru d'Ollé Laprune		Physico-chimiques Bio-indicateurs : IBGN/IBD	1 station	semestrielle	-	-	-
	La Juscle		Physico-chimiques Bio-indicateurs : IBGN/IBD	1 station	semestrielle	Physico-chimiques Bio-indicateurs : IBGN/IBD	1 station	semestrielle
	Confluence de l'Arribeu avec las Hies		Physico-chimiques	1 station	semestrielle	-	-	-
Surveillance de la qualité des aquifères environnants	**Eaux souterraines**	Prélèvements et Analyses						
	Nappe perchée		Physico-chimiques	3 sources	semestrielle	-	-	-
	Nappe gave de Pau		Physico-chimiques	3 forages	semestrielle	Physico-chimiques Rapport isotopique du Carbone	3 forages	semestrielle
	Nappe Sables infra-Molassiques		Physico-chimiques	3 forages	semestrielle	Physico-chimiques Rapport isotopique du Carbone	3 forages	semestrielle
	Calcaire de Lasseube		Physico-chimiques	3 forages	semestrielle	-	-	-
Suivi des émanations de CO_2 venant du sol	Air de surface	Mesure de flux dans une chambre d'accumulation	CH_4 et CO_2	35 points de mesures	semestrielle	CH_4, CO_2 Rapport isotopique du Carbone si flux de CO_2>9 $cm^3.min^{-1}.m^{-2}$	34 points de mesures	annuelle
Surveillance des gaz dans les sols	Sols de surface	Concentration des gaz dans le sol	CH_4, CO_2 et O_2	35 points de mesures	semestrielle	CH_4, CO_2 Rapport isotopique du Carbone du CO_2 sur les points 1, 2, 16, 24, 25, 28, et en cas de teneur >2% sur les autres points Rapport isotopique du Carbone du CH_4 en cas de teneur >10 ppm	34 points de mesures	annuelle
Surveillance sismique de surface	**Sismique de surface** Mouvements de la roche	Sismomètre en surface	Ecoute en continu	5 antennes	continue	Ecoute en continu	5 antennes	continue