Comité Local de Suivi des injections dans C 4000

27 Octobre 2015

Sommaire

- Contexte règlementaire
- Bilan exploitation C4000
  - Suivi des effluents injectés
  - Contrôle des collectes et installations de surface des puits d'injection
- Suivi du gisement
  - Bilan gisement (historiques gaz, eau)
  - Bilan en pression
  - Ecoute sismique
  - Test d'injectivité : principe/objectif
- Questions

Geopetrol

CONTEXTE REGLEMENTAIRE

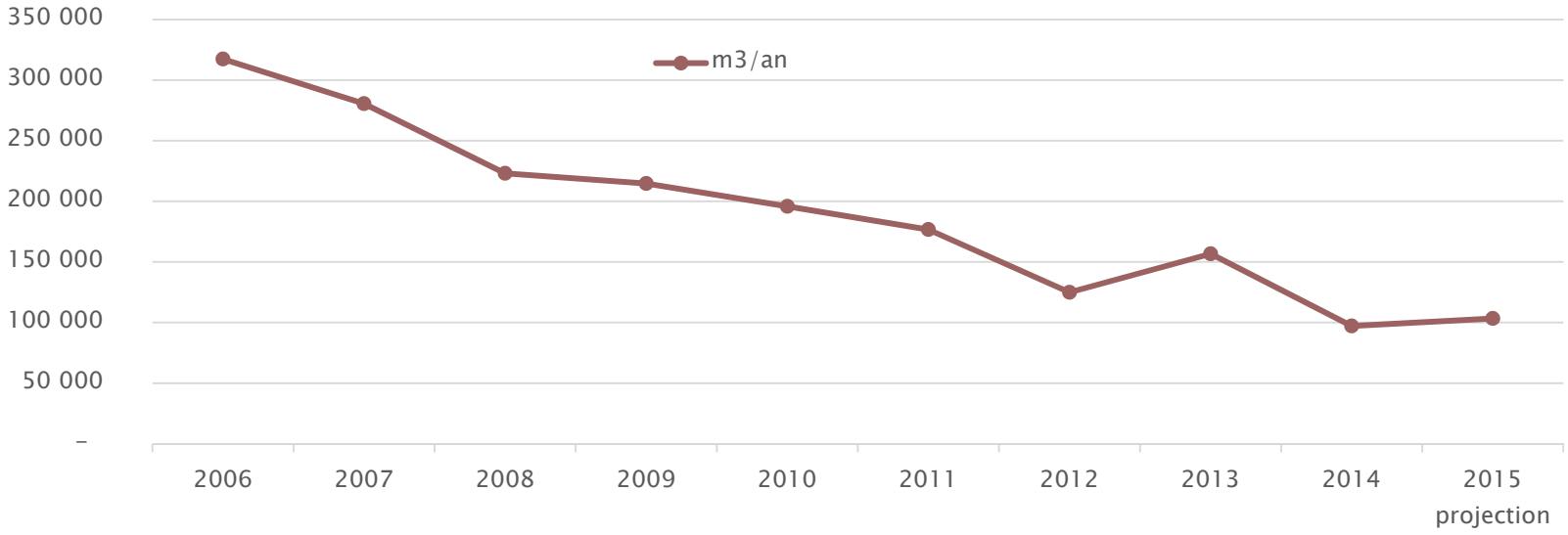
- Arrêté Ministériel du 10 octobre 2014 autorisant la mutation du périmètre d'exploitation d'hydrocarbures liquides ou gazeux de Lacq et de la concession de Lacq Nord (Landes et Pyrénées-Atlantiques) au profit de la société Geopetrol SA.
- Période de transition avec TEPF jusqu'au 30 Novembre 2014.

- **Arrêtés Préfectoraux :**
  - AP N° 06/IC/62 du 27/02/2006
  - AP minier MINES/2015/13 du 04/03/2015
  - AP n° 2014/MINES/03 - autorisant la société GEOPETROL à procéder à l'injection d'effluents industriels dans la structure géologique dite Crétacé 4000 (C 4000) et modifiant les conditions précédemment imposées à la société Total E&P France
    - Nouvelles exigences:
      - Réduction nombres d'entreprises pouvant injecter leur effluents dans le C4000 (Art 1)
      - Réduction du débit journalier: 500 m3/j (Art 3)
      - Modifications des prescriptions autorisant l'exploitant à suspendre les injections en cas d'écarts aux valeurs guides (Art 4)
      - Réalisation test injectivité (Art 5)
      - Suppression CSPRT bilan quinquennal

- **Arrêtés complémentaires des clients du C 4000 :**
  - Concernent chacun des clients (Arkema Lacq, SOBEGI UTG, Arkema Mourenx, Chimex, Sanofi, SBS)

Suivi des effluents injectés

Evolution des débits injectés depuis 2006



Diminution des injections
Projection 2015: 100 000m3

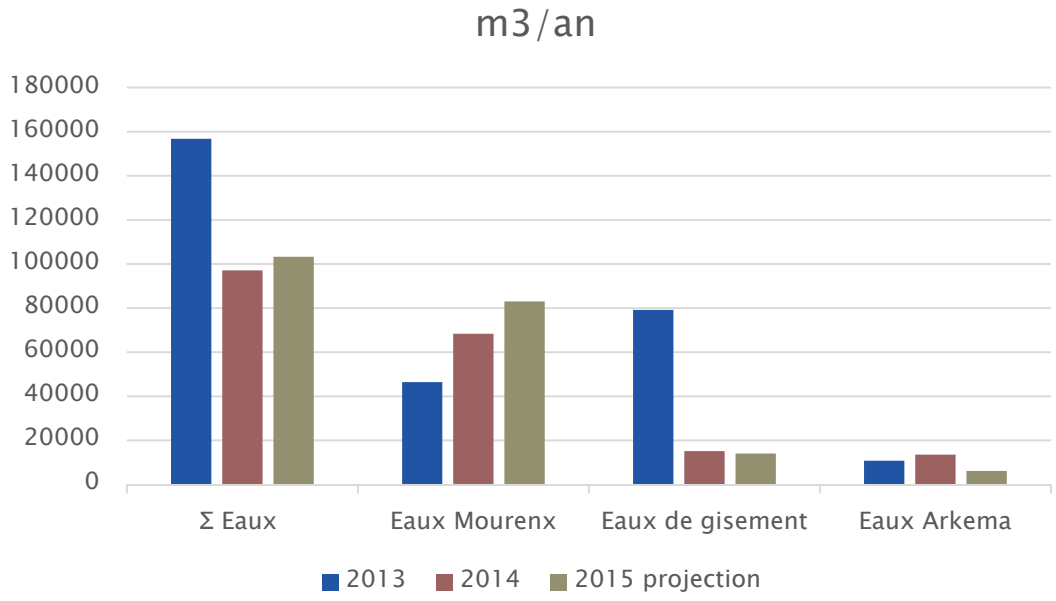
AP 2014/MINES/03 fixe le débit max 182 500 m3 / an

Volume injecté en 2015

- **Eaux de gisement :**
  - Volume (14 000 m3) en légère baisse en raison du soutirage de gaz inférieur aux prévisions

- **Effluents industriels ARKEMA Lacq :**
  - Baisse des flux injectés à 7 000 m^3 par an

- **Effluents industriels SOBEGI Mourenx :**
  - Légère variation due à l'arrêt longue durée d'Arkema Mourenx en 2014



Surveillance de la qualité des effluents injectés

- **Nature et fréquence des contrôles réalisés :**
  - Autocontrôle mensuel sur la qualité des effluents injectés suivant les valeurs guides
  - Calage semestriel de l'autocontrôle par un laboratoire agréé

- **Résultats du suivi analytique :**
  - Pas d'écarts significatifs vis-à-vis des valeurs guides
  - Variation des résultats suivant les échantillons
    - Salinité : niveau de salinité fonction des injections de Sobegi Mourenx
    - Chlorures : Lié à la salinité, moindre dilution dans les eaux de gisement
    - pH : variations liées à l'effluent d'Arkema Lacq
  - Stabilité des résultats depuis 2014

Geopetrol

Filtres

- **Objectif:**
  - Prévenir intégrité du puits et des perforations des puits injecteurs

- **3 filtres installés:**
  - X1 sur la plateforme Induslacq
  - X1 en amont de l'injection du puits LA102
  - X1 en amont de l'injection du puits LA109

- **Nettoyage de filtres :**
  - Depuis 2014 les flux sont injectés alternativement sur LA102 et LA109

  - 2012: 48 interventions sur filtres
  - 2013: 41 interventions sur filtres
  - 2014: 53 interventions sur filtres
  - 2015: 22 interventions sur filtres (en cours)

Contrôle des collectes et installations de surface des puits d'injection

- Programme de surveillance et de maintenance:
  - Ronde journalière
  - Tests mensuels des équipements de sécurité
  - Contrôles trimestriels de la protection cathodique
  - Contrôles annuels d'épaisseur collectes et installations de surface

- Inspection DREAL réalisée au mois de Septembre 2015

Geopetrol

Suivi du gisement

Rappel historique

- 1974 : démarrage de l'injection d'effluents de SOBEGI Mourenx (ATG)
- 1996 : début de l'injection sur le LA 102
- 2002 : avis favorable du Conseil Supérieur des Installations Classées sur l'étude générale de sûreté
- 2003 : work over sur LA 109
- 2004 : installation d'une sonde sismique tri axiale dans LA 405
- 2004 : work over sur LA 102
- 2006 : mise en place ligne neuve d'effluents industriels venant de SOBEGI Mourenx
- 2007 : nouveau système de suivi micro sismique dans LA 405 (4 sondes tri axiales)
- 2009 : reprise du modèle ECLIPSE – prévisionnels post-2013 (projet LCC30)
- 2010 : reprise du modèle ECLIPSE – accent sur le calage aux injecteurs C4000 (LA109)
- 2010 - 2013 : études des possibilités de limiter les flux vers C 4000
- 2011 : reprise du modèle ECLIPSE – amélioration du calage (contribution zones périphériques)
- 2011-2012 : nouvelles modélisations des interactions fluide – matrice
- 10/10/2014 : Mutation du champ de Lacq de Total à Geopetrol

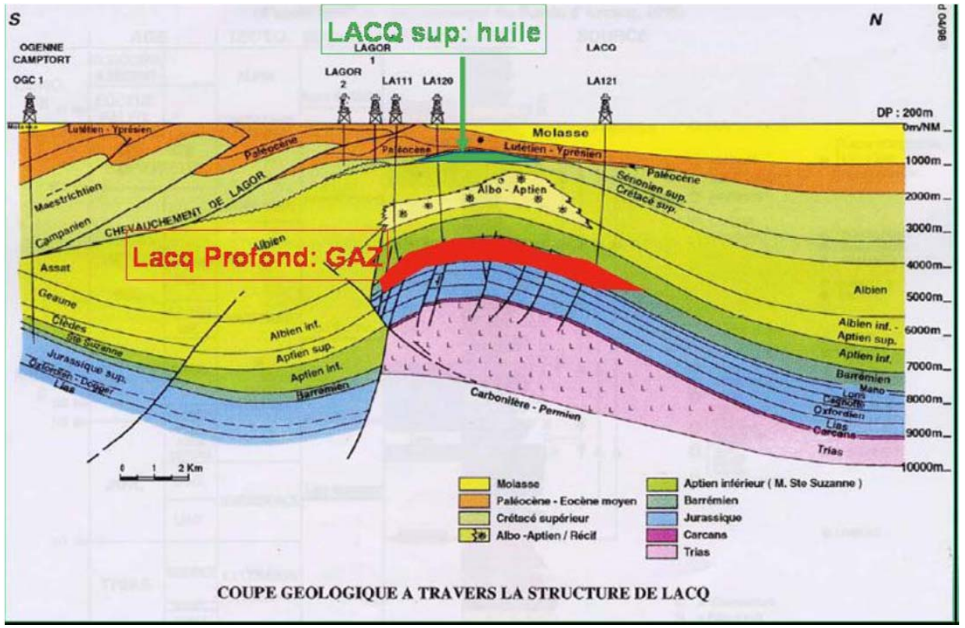
Généralités champ de Lacq profond

- Réservoir carbonatés fracturés:
  - Calcaires à Annélides (Barrémien) et dolomies de Mano (Portlandien)

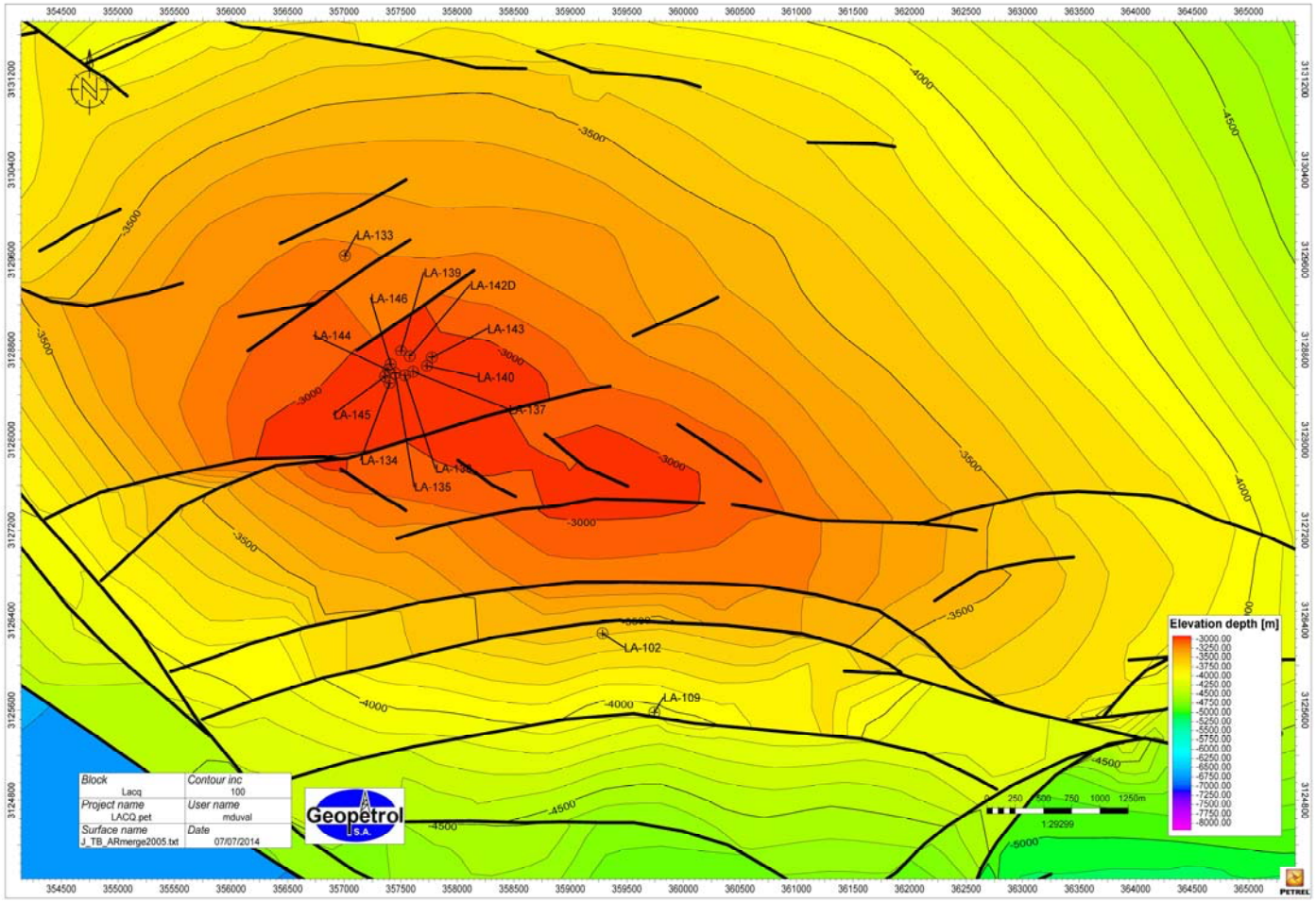
- Piège structural formé par dépôt de sels

- Dimension du gisement :
  - Profondeur toit du gisement : 3200 m/msl
  - Hauteur de la colonne de gaz : 2600 m
  - Épaisseur moyenne réservoir: 100-150 m
  - Plan de scellement (plus probable) : 5800 m/msl

- Propriétés moyennes du gisement
  - Porosité matricielle : 1 à 4 %
  - Perméabilité matricielle : 0.001 mD
  - Perméabilité de fracture : 0.05 à 400 mD
- Pression et Température du gisement :
  - À l'état initial : @ -3700 mv/nm : P = 661 bara
  - T = 127°C
  - Actuel: @ -3700 mv/nm : P = 16.7 bara
- Débit journalier de gaz en Octobre 2015: 180 kSm3
- Cumulé produit gaz brut @ fin Aout 2015 : 254.3 GSm3



Carte du gisement de gaz et statuts des puits



- Producteurs (5)
  - LA139
  - LA142
  - LA143
  - LA144
- Puit observateur
  - LA135
- Puits de substitution (5)
  - LA134
  - LA137
  - LA138
  - LA140
  - LA145
- Injecteurs d'eau
  - LA102
  - LA109
- Injecteurs de gaz
  - LA146

Réglementation et mesures obligatoires AP MINES/2015/13

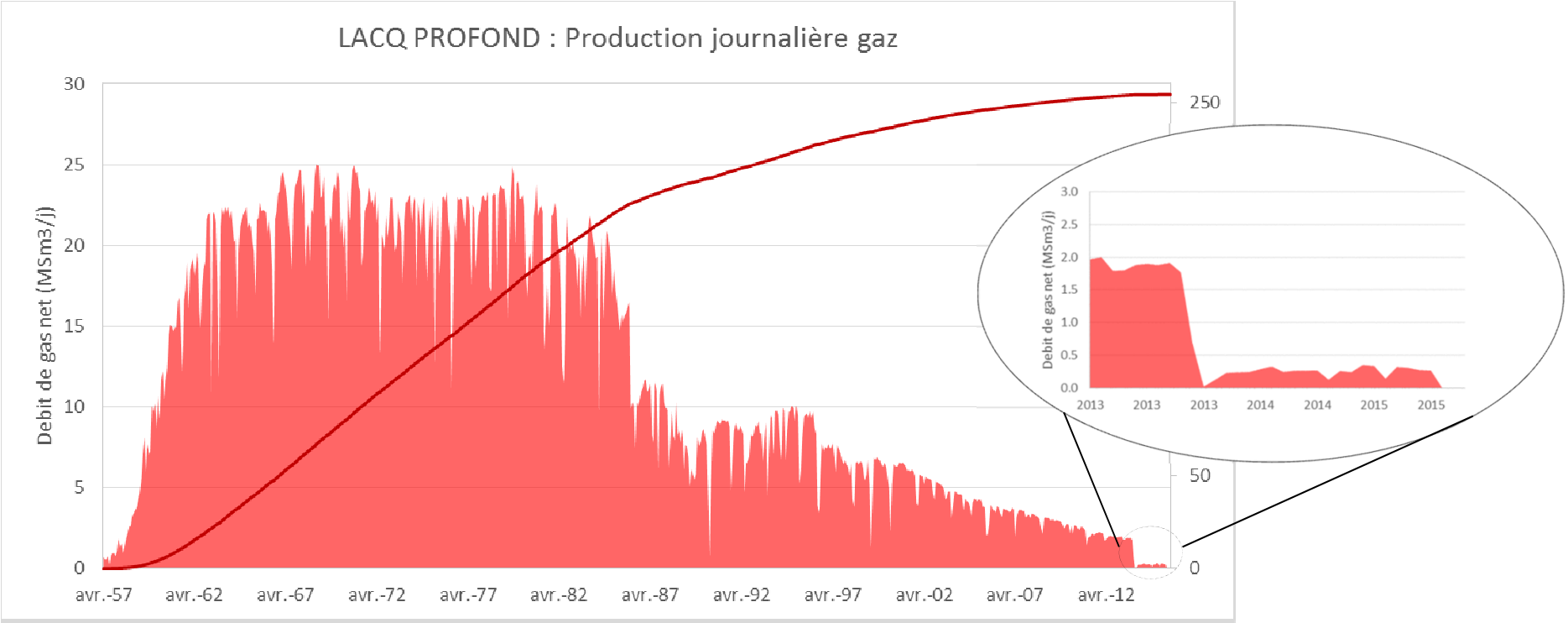
- **Puits observateur gisement gaz et huile (article 40-3 et 42-2) :**
  - *« L'exploitant communique tous les ans la liste des puits en observation »*
  - *« Une mesure de la pression fond statique est effectuée annuellement sur le puits observateur. »*

- **Deux puits injecteurs: LA102 & LA109 (article 42 et 42-2) :**
  - *« Une mesure de pression de fond d'injection est réalisée annuellement sur la zone d'injection »*
  - *« Les pressions de tête de puits (tubage de production et espaces annulaires) des puits injecteurs font également l'objet d'un suivi quotidien »*

- **Suivi des quantités injectées (article 42-3)**
  - *« les volumes injectés sont relevés périodiquement sur chaque puits injecteur et consignés dans un registre. »*

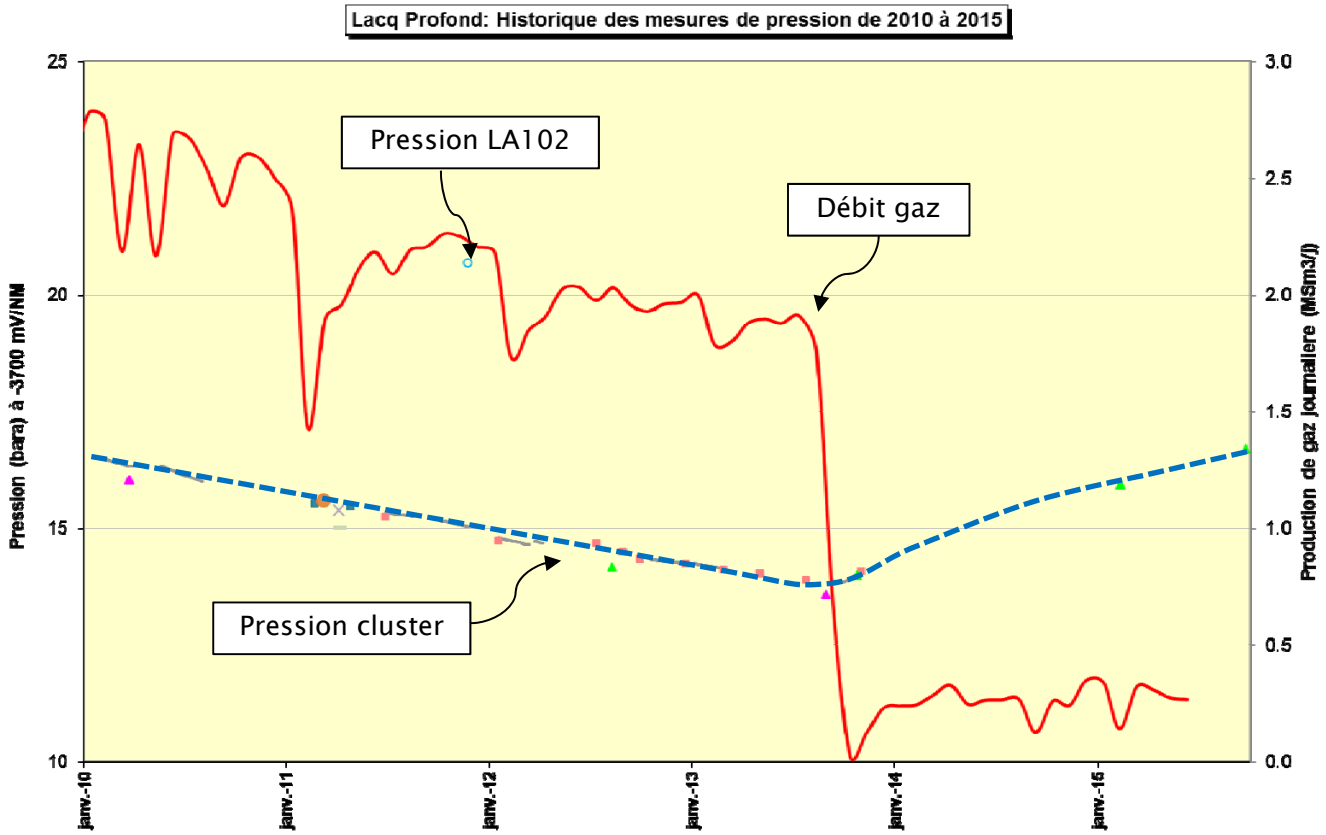
- **Dispositif micro-sismique :**
  - Système d'écoute spécifique ayant pour but de suivre la sismicité autour du point d'injection est mis en place

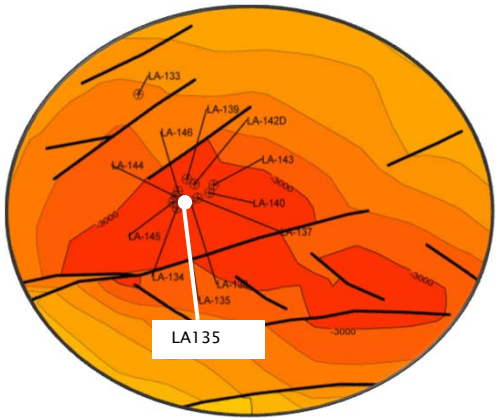
Historique des productions de gaz



- Gaz cumulé produit (07/2015) = **254.25 Gsm3**
- **09/2013** : Passage d'une production de **2 MSm3/j** de gaz à **300 kSm3/j**

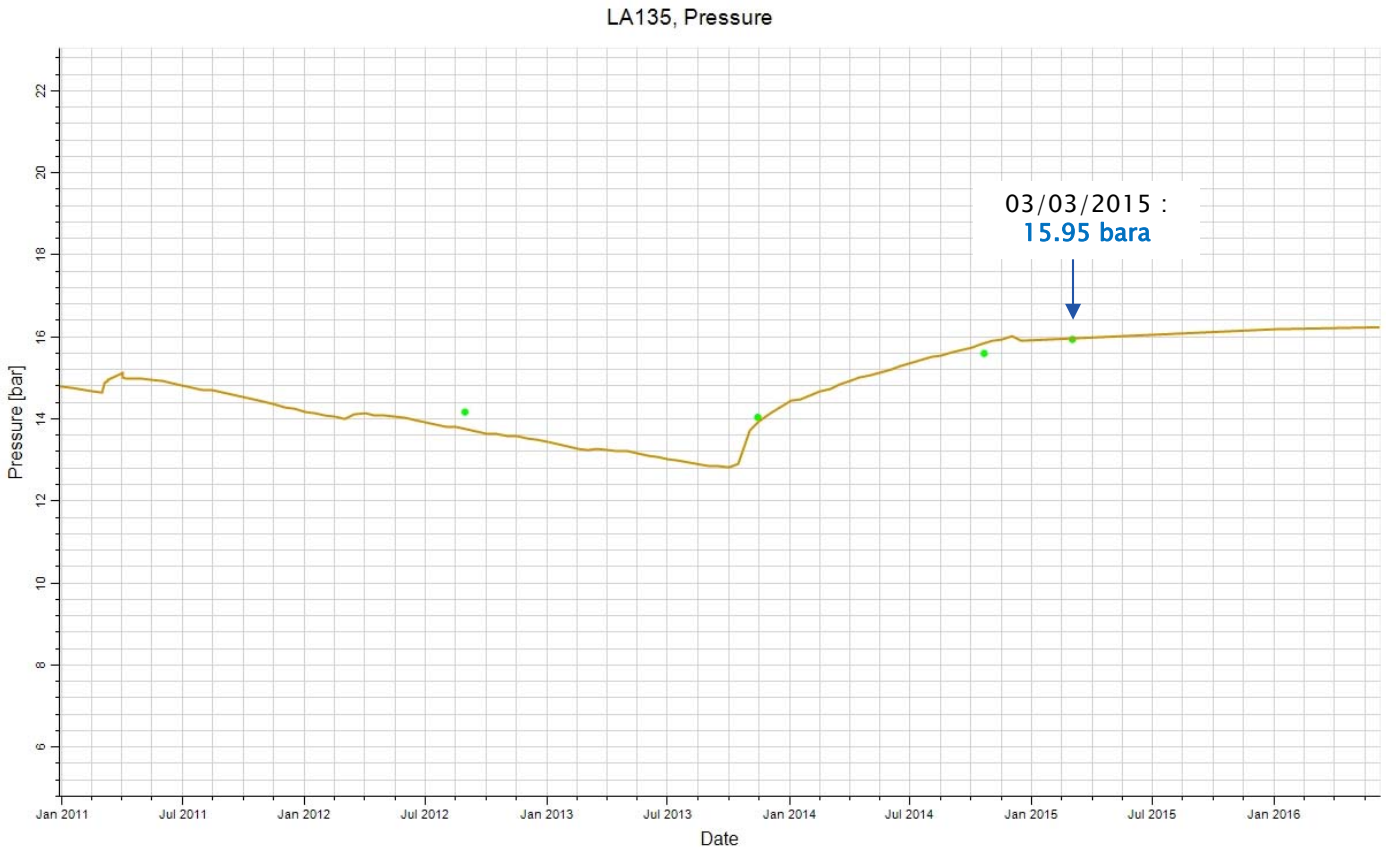
Historique des pressions statiques





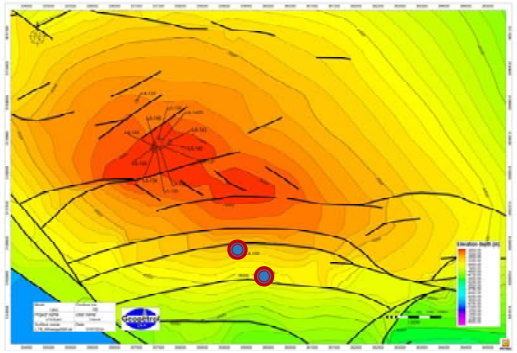
- **Pression statique initiale** (1957) : **663 bara** @ 3700 m/NM
- Mesure de **pression statique** sur le puits observateur **LA135** le 03/03/2015 : **15.95 bara** @ 3700mNM
- Remontée de la pression en 2013 suite a la diminution de la production de gaz
- Dernière mesure de la pression statique le 14/10/2015 : **16.7 bara** @ 3700mNM

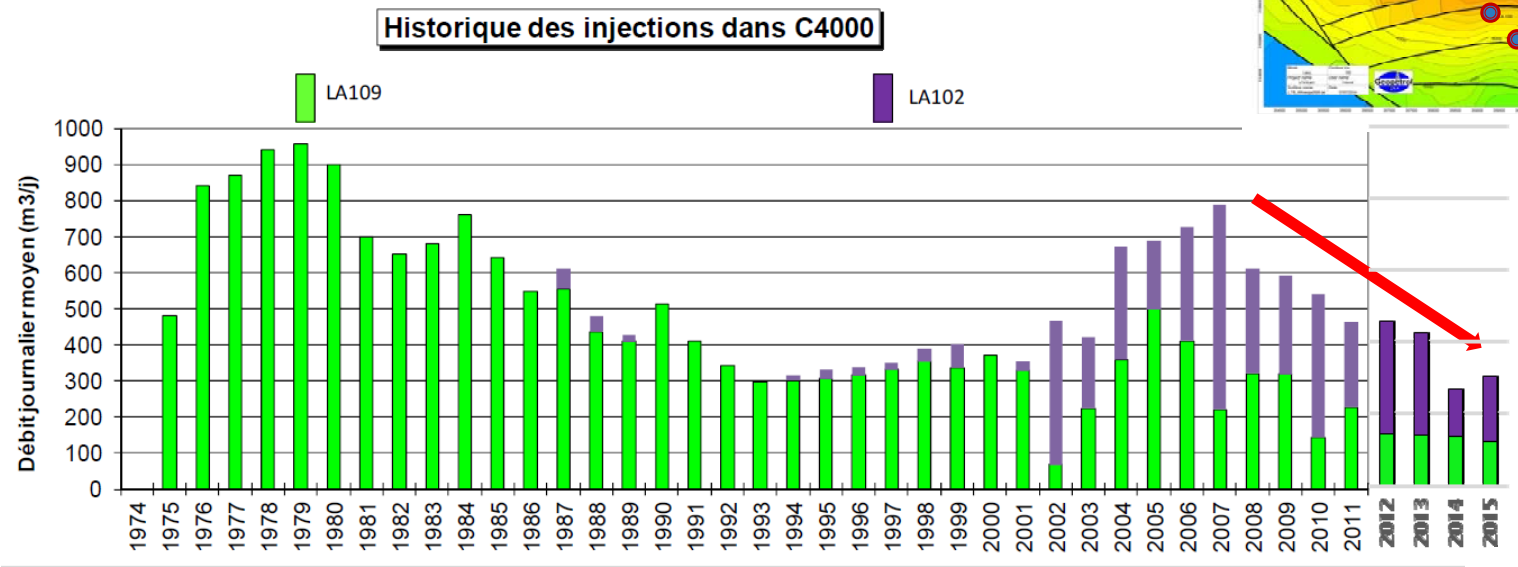
Mise à jour du modèle dynamique



- La nouvelle donnée de pression cale parfaitement avec les données issues du modèle
- Le modèle est donc prédictif.

Historique des injections d'eau

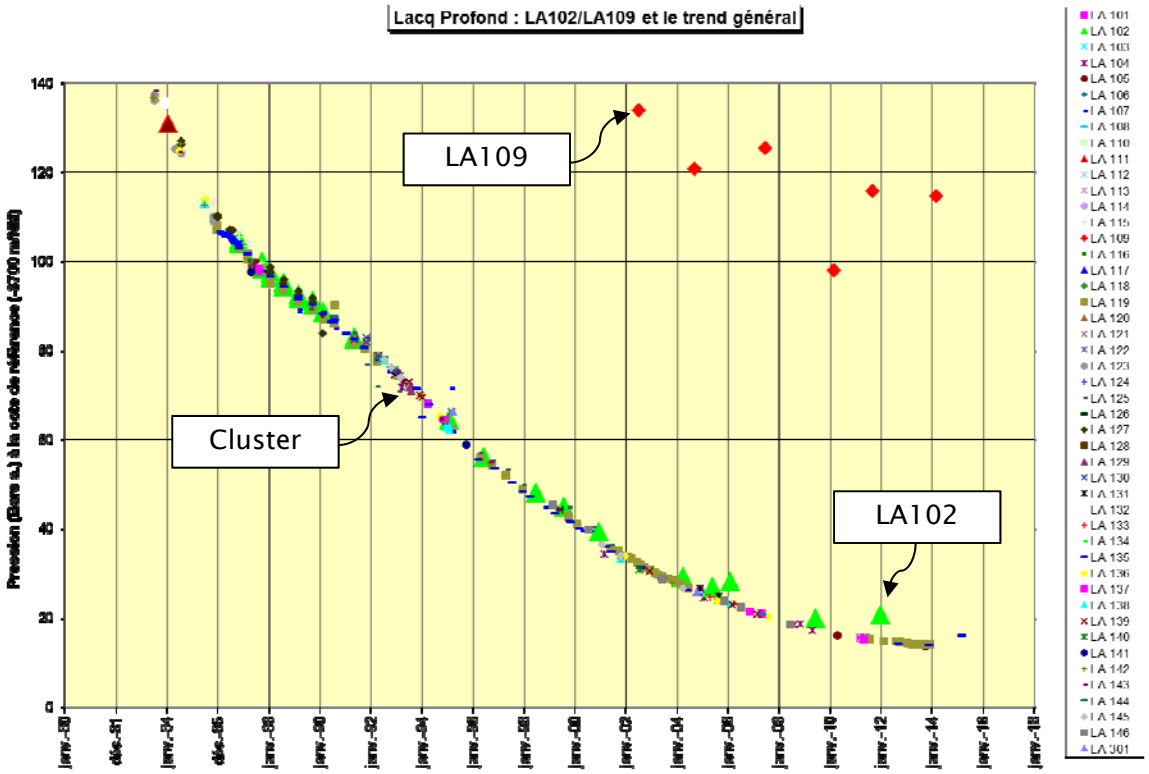


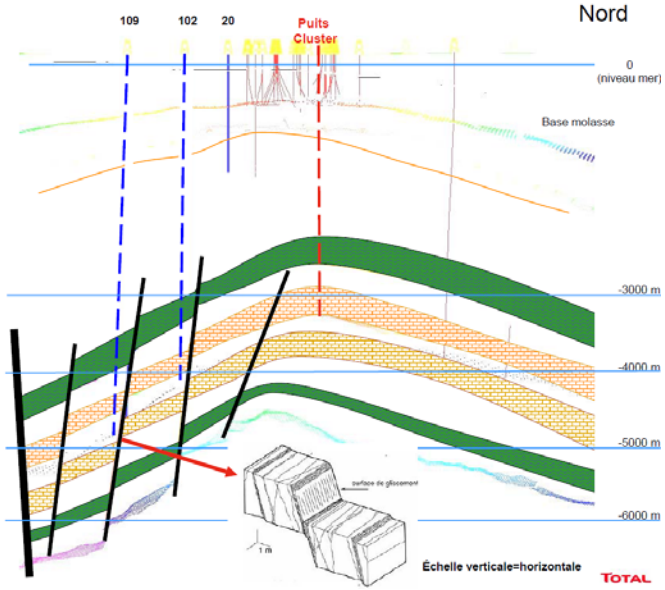


- Diminution constante des volumes d'effluents injectés
- Débit moyen 2015 = 283 m3/j

Geopetrol

Historique des pressions





- Dernière mesure de pression sur **LA109** le 22/02/**2014** : entre 110.3 et **114.7 bara** @ 3700 m/NM
- Prochaine mesure de pression prévue sur le **LA102** le 27 Octobre 2015
- **La mesure de pression sur le LA109 en 2014 suit la tendance des mesures passées**
- Pression plus élevé sur le LA109 car injection dans un bloc isolé du cluster de production

Tests d'injectivité

- Objectif
  - S'assurer que la qualité des effluents injectés n'ont pas d'incidence sur l'injectivité des puits
- Principe
  - On mesure l'injectivité (m3/j/bar) d'un puits grâce à un indice d'injectivité dont la formule est la suivante :

$$\frac{Débit\ d'eau\ injecté\ \ m3/J}{Pression\ d'injection\ fond\ (bar) - Pression\ statique\ fond\ (bar)}$$

  - Depuis 2006, les indices d'injectivités sont stables :
    - LA102 : 39-50 Sm3/j/bar
    - LA109 : 16-18 Sm3/j/bar
  - **Prochain test d'injectivité prévu sur le LA102 au mois de Novembre**

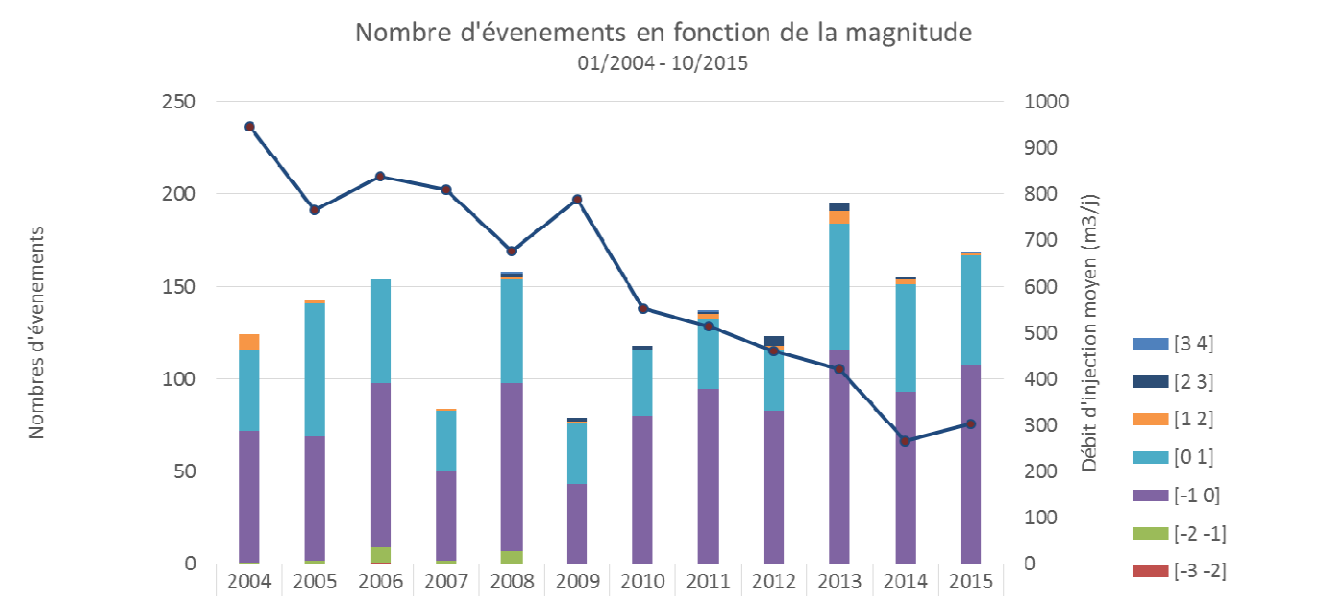
Suivi sismique

- Mars 2004 : Mise en place d'une écoute sismique SAS. Elle permet d'observer les microséismes autour des injecteurs

- Mi-décembre 2007 : Mise en place d'un nouveau système d'acquisition par la société magnitude.
  - Quatre stations d'enregistrement (SQUID) de 4 géophones tri-axiaux sont situées à 300m, 350m, 400m, et 570m dans le puits LA405
  - Contrat de diagnostic de l'état de l'appareillage, de récupération et d'interprétation des données
  - Livraison de rapports hebdomadaire / annuels et quinquennaux
  - Alertes et rapports évènementiels (pannes et évènements de plus forte sismicité)

- Convention TEPF avec le CEA (suivi de Rousse incorporant le périmètre de Lacq)
  - Surveillance sismologique à l'échelle de la France
  - Message d'alerte pour les séismes de magnitude >= 4

Suivi sismique

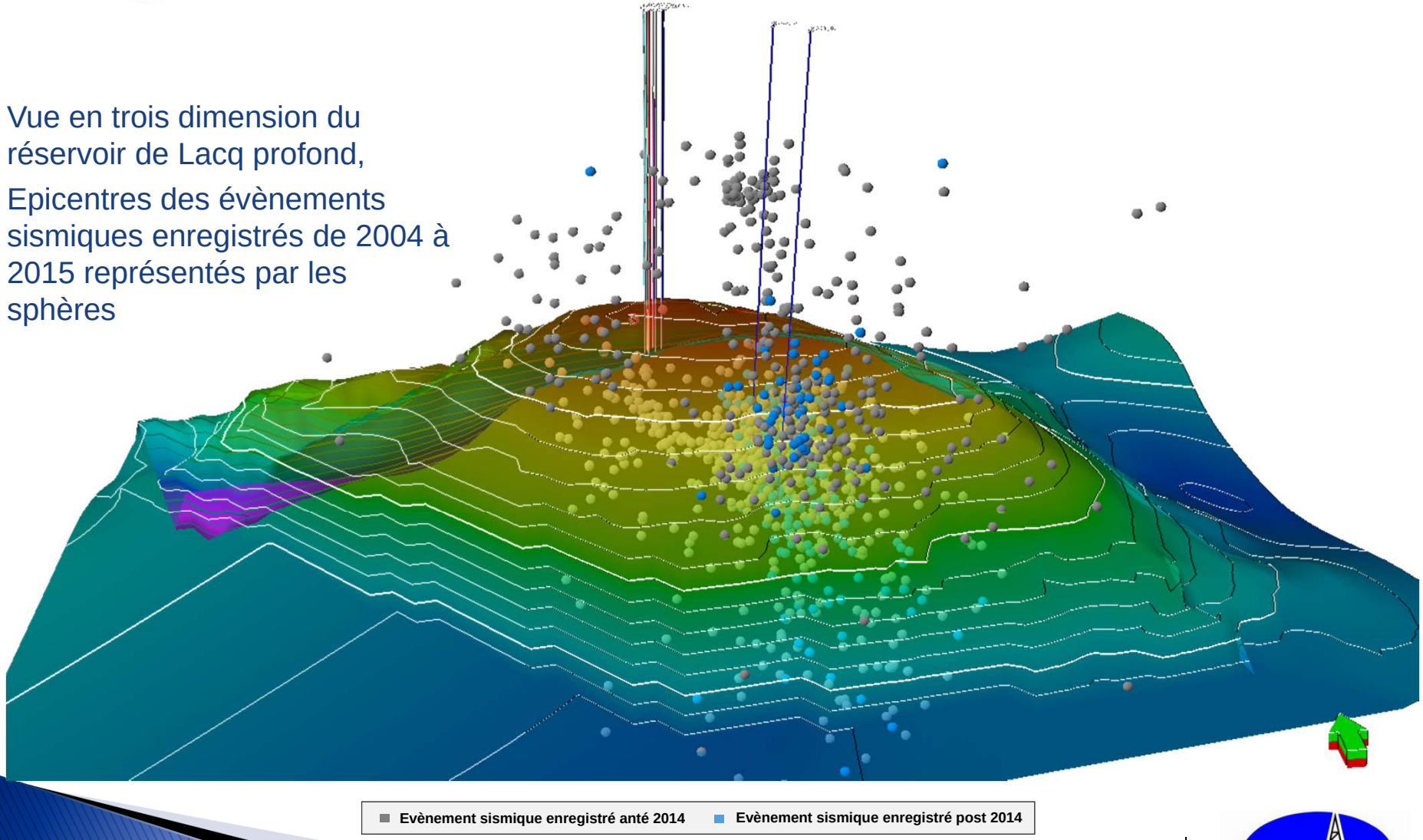


	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
[3 4]	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
[2 3]	0	0	0	0	2	2	2	1	5	4	1	0
[1 2]	8	2	0	1	1	1	0	2	2	7	3	1
[0 1]	44	72	56	33	56	33	36	38	33	68	58	59
[-1 0]	71	67	89	48	91	43	80	95	83	116	93	108
[-2 -1]	1	2	8	2	7	0	0	0	0	0	0	0
[-3 -2]	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Débit inj. moy.	946	765	839	809	676	788	553	514	459	423	267	303

- 96% à 100% des évènements ont une magnitude inferieure à 2
- Pas de corrélation claire entre le nombre d'évènements et le débit d'effluents injectés

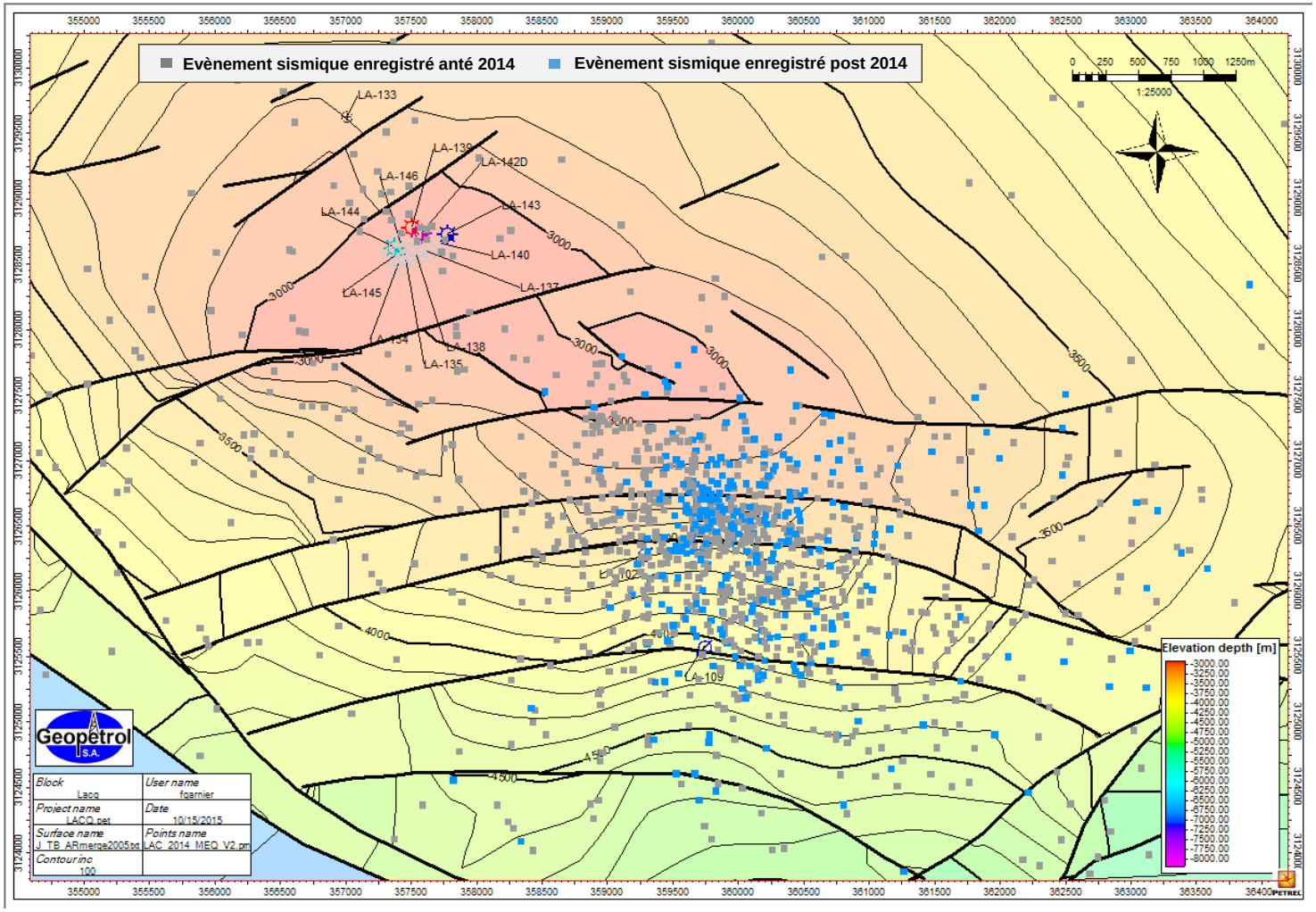
Localisation des évènements sismiques enregistrés de 2004 à 2015

- Vue en trois dimension du réservoir de Lacq profond,
- Epicentres des évènements sismiques enregistrés de 2004 à 2015 représentés par les sphères



Geopetrol

Localisation des évènements sismiques enregistrés entre 2004 à 2015



- Depuis 2014, les séismes se concentrent exclusivement dans la zone d'injection d'eau