



# Comité Local de Suivi des injections dans C 4000

12 Février 2014

- ❑ **RAPPEL HISTORIQUE**
- ❑ **EVOLUTION CADRE REGLEMENTAIRE**
- ❑ **SUIVI DES EFFLUENTS INJECTES**
- ❑ **OPERATION SUR LES PUITES D'INJECTION**
- ❑ **BILAN GISEMENT**
  - **Observations sur le réservoir**
  - **Comportement du champ**
  - **Expertise BRGM sur injection effluents Arkema MONT**
  - **Études géochimiques**
  - **Écoute sismique**
- ❑ **CONCLUSIONS**
- ❑ **PERSPECTIVES**

# Rappel historique

# 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

# Évolution du cadre réglementaire

## ❖ Arrêtés Préfectoraux :

- Aucune modifications entre 2007 et 2012
- AP N° 02/IC/477 du 30/01/2002
- AP N° 06/IC/62 du 27/02/2006
- AP complémentaire N° 2609/2013/23 du 25/06/2013 autorise TEPF à injecter les effluents de l'unité UTG de SOBEGI dans C 4000
- AP minier 2013/30 du 11/07/2013

## ❖ Arrêtés complémentaires des clients du C 4000 :

- Concernent chacun des clients

## ❖ Comité Local de Suivi des injections dans C 4000 :

- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| ❖ 07 juin 2007     | 08 novembre 2007 |
| ❖ 06 mai 2008      | 28 novembre 2008 |
| ❖ 27 avril 2009    | 01 décembre 2009 |
| ❖ 07 décembre 2010 |                  |
| ❖ 11 mai 2011      | 08 novembre 2011 |
| ❖ 03 juillet 2012  | 23 octobre 2012  |
| ❖ 16 mai 2013      |                  |

# Suivi des effluents injectés

# Évolution des volumes d'effluents injectés

## ❖ Eaux de condensation du gisement de TEPF :

- Décroissance programmée des volumes injectés qui passent de 115 000 m<sup>3</sup> en 2007 à 97 000 m<sup>3</sup> en 2012

## ❖ Effluents industriels de TEPF :

- Baisse régulière des volumes injectés qui passent de 37 000 m<sup>3</sup> en 2007 à 10 000 m<sup>3</sup> en 2012

## ❖ Effluents industriels ARKEMA :

- Stabilisation des flux injectés à 10 000 m<sup>3</sup> par an (sauf en 2008 suite à l'arrêt temporaire des injection des affluents de l'unité de désaromatation du gaz acide : 6 000 m<sup>3</sup> en 2008)

## ❖ Effluents industriels SOBEGI Mourenx :

- Baisse continue (> à 50 %) des effluents injectés passant de 100 000 m<sup>3</sup> en 2007 à 45 000 m<sup>3</sup> en 2012

## ⇒ Remarque : Évolution du taux de dilution à partir de 2014 :

- Eaux de condensation : devraient se situer à 30 000 m<sup>3</sup>/an
- Effluents industriels de Lacq : devraient être inférieurs à 10 000 m<sup>3</sup>/an
- Effluents industriels de Mourenx : devraient être inférieurs à 50 000 m<sup>3</sup>/an



## ❖ Nature et fréquence des contrôles réalisés :

- Autocontrôle mensuel sur la qualité des effluents injectés
- Calage semestriel de l'autocontrôle par un laboratoire agréé
- Contrôle semestriels au sein des différents industriels concernés

## ❖ Résultats du suivi analytique :

Les effluents des différents flux injectés dans le C 4000 font l'objet d'un suivi analytique concernant :

### ❖ Les produits pouvant avoir un impact sur la matrice :

- MES : fluctuations liées aux fonctionnement par batch de certains ateliers
- Salinité : niveau de salinité fonction des injections de Sobegi
- Chlorures : stables au niveau Sobegi Mourenx. Au niveau des puits injecteurs, dilution dans les eaux de gisement.
- pH : variations liées au dysfonctionnement de l'unité de neutralisation d'Arkema LACQ

### ❖ Un certain nombre de produits comme des Sels d'acides organiques, des substances pouvant avoir un effet sur la santé, des composés soufrés, des composés azotés, ou des cations.

On a constaté, sur la période concernée, une stabilité des mesures (malgré quelques dépassements en 2008)

## ❖ Conclusions :

Une tendance à la baisse du pH liée aux difficultés de neutralisation d'Arkema et à la baisse des eaux sodées de TEPF

Quelques pics de dépassement, par rapport aux valeurs guides, liés à des incidents ponctuels

### 3.2.2.2 Valeurs guide

Des valeurs guide ont été mises en place début 2006 afin d'alerter les exploitants d'éventuelles variations importantes dans la qualité de leurs effluents.

Basées sur une approche statistique et un retour d'expérience de plusieurs années d'observations et de mesures, elles constituent un indicateur supplémentaire de bon fonctionnement des unités.

# Faits marquants sur la qualité des effluents injectés

## ❖ 2007 :

- Percement de la canalisation des eaux biodégradables de Sobegi Mourenx vers Lacq modifiant les injections d'effluents de Mourenx vers le C 4000.

## ❖ 2008 :

- Injection eaux de gisement de Pécorade et Lacq Sup. suite à bouchage puits injecteur LA 20
- Arrêt unité de désaromatisation d'Arkema
- Problèmes sur unité de désulfuration de TEPF

## ❖ 2009 :

- Échange des vannes de subsurface sur LA 102 et LA 109
- Tests d'injectivité sur LA 102 et LA 109
- Mesures de pression de fond sur LA 102 et LA 109

## ❖ 2010 :

- Séparation des flux d'effluents (SOBEGI Mourenx sur LA 109 et Plate-forme de Lacq sur LA 102)
- Problèmes de pH liés au mauvais fonctionnement de la neutralisation d'Arkema Lacq
- Forte évolution de la salinité des effluents de SOBEGI liée à la part devenue prépondérante du flux d'Arkema Mourenx

## ❖ 2011 :

- Tests d'injectivité sur LA 102 et LA 109
- Mesures de pression de fond sur LA 102 et LA 109

## ❖ 2012 :

- Toujours de pH bas liés au mauvais fonctionnement de la neutralisation Arkema
- Quelques dépassements ponctuels en teneur d'hydrocarbures
- Grande variabilité du flux et de la qualité des effluents de Sobegi Mourenx liée au fonctionnement intermittent des unités de Mourenx

# Étude de solutions alternatives à l'injection C 4000

## ❖ Étude réalisée entre mi 2010 et fin 2012

### ❖ Phases de l'étude :

- Phase 1 : caractérisation des effluents injectés,
- Phase 2 : possibilité de traitement des effluents par la STEB
- Phase 3 : évaluation des prétraitements nécessaires
- Phase 4 : étude des possibilités de valorisation des effluents

### ❖ Conclusions de l'étude :

- Traitement très limité par la STEB en particulier pour les effluents « salins » qui constituent l'essentiel des injections
- La possibilité de valorisation de ces effluents salins n'a pas permis d'identifier de filière viable au niveau technico-économique
- Même si ces injections d'effluents doivent être poursuivis, certains industriels se sont engagés à mettre en place des programmes de réduction, voire de suppression des injections

# Opérations sur les puits d'injection

# Opérations sur les puits d'injection

## ❖ Work Over :

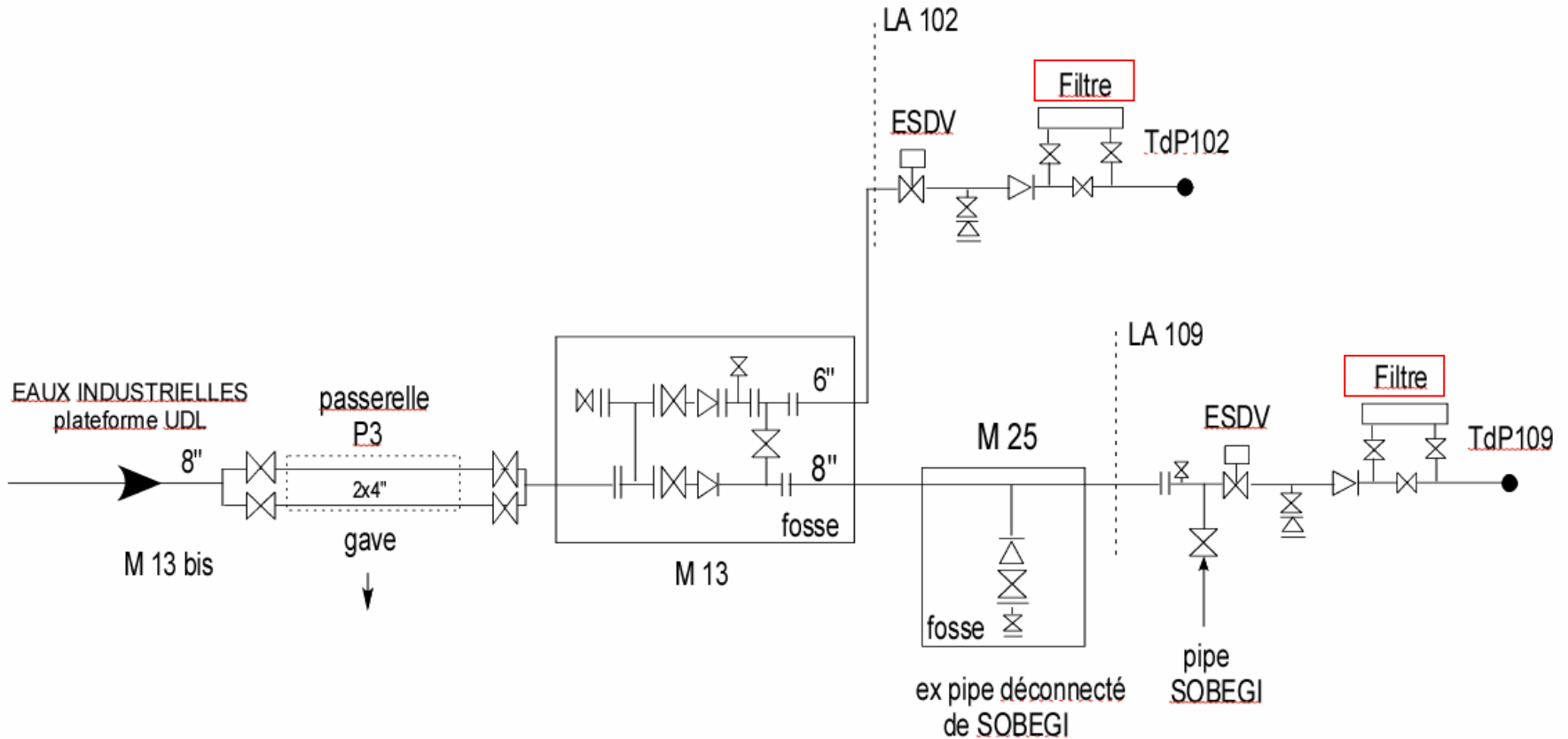
- Aucune opération de work over entre 2007 et 2012

## ❖ Interventions sur filtres :

- De 2007 à 2009 les flux étaient injectés alternativement sur LA 102 et LA 109
- A partir de 2010 les flux de Sobegi Mourenx ont été injectés sur LA 109 et ceux de Lacq sur LA 102
- 2007 : 14 intervention sur filtres (7 sur LA 102 et 7 sur LA 109)
- 2008 : 3 interventions sur filtres (2 sur LA 102 et 1 sur LA 109)
- 2009 : 17 interventions sur filtres (9 sur LA 102 et 8 sur LA 109)
- 2010 : 22 interventions sur filtres sur LA 102 et 2 sur LA 109
- 2011 : 24 interventions sur filtres sur LA 102 et 17 sur LA 109
- 2012 : 42 interventions sur filtres sur LA 102 et 6 sur LA 109
- Ces interventions montrent clairement que ces colmatages sont issus du flux venant de la plate-forme de LACQ. Des filtres ont donc été installés sur le arrivées de pipes d'effluents au niveau LA 102 et LA 109 ainsi qu'au départ des effluents de Arkema.

## Réseau pipe C4000

**Filtres puits:** double=1000+5  $\mu\text{m}$ , au LA102 & au LA109  
+ **filtre supplémentaire** : au départ plateforme, sur le ballon D10861 (1000  $\mu\text{m}$ ) (eaux Arkema + UTG)



# Contrôle des installations de surface des puits d'injection

## ❖ Programme de surveillance et de maintenance :

- Le programme de surveillance est établi par le SIR de TEPF et soumis à l'administration

## ❖ Contrôles par gammagraphie :

- Aucune anomalie mettant en cause l'intégrité des installations n'a été détectée

## ❖ Contrôles par ultrasons :

- 2007 : mise en place d'un revêtement stratifié (SVR) sur les pipes de la passerelles P3 bis
- 2009 : renforcement des ancrages de la passerelle P3 bis et changement des câbles porteurs.
- Les campagnes de mesures par ultrasons n'ont pas révélé de pertes d'épaisseur ni de défaut notables

## ❖ Contrôles de la protection cathodique :

- Les relevés de paramètres enregistrés en continu par le système de télésurveillance SCHNEIDER n'ont pas montré de valeur anormale des courants de protection.

# Bilan Gisement



# Observations sur le réservoir de LACQ Profond

## ❖ Moyens utilisés :

- ❖ Mesures de pression : GPPS (Gradient par Palier de Pression Statique) et mesures continues
- ❖ Suivi de la composition du gaz
- ❖ Autres mesures et études : géochimiques, test d'injectivité ...

## ❖ Acquisition de données :

- ❖ Le réservoir montre un ralentissement de la chute de pression (de 20.9 bar en statique en 2007 à 14.4 bar en statique en 2012)

## ❖ Comportement du champ :

- ❖ Depuis 1986, le comportement du gisement semble s'écarter légèrement de la relation linéaire P /Z fonction du cumulé de gaz produit définie dans le modèle. En 2009, mise à jour du modèle ECLIPSE.  
but: calage global du champs, fourniture de prévisionnels post-2013
- ❖ En 2010, nouvelle étude de simulation ECLIPSE.  
but: amélioration du calage du modèle par prise en compte des résultats des mesures réalisées sur les puits injecteurs C4000
- ❖ En 2011, reprise du modèle dynamique ECLIPSE.  
but: prise en compte des mesures réalisées pendant les arrêts du champ en 2011
- ❖ Pression du réservoir très basse (15 bar)
- ❖ Le pourcentage de volume poreux du gisement concerné par l'injection reste négligeable (1%).

# Expertise du BRGM sur projet Arkema Mont

- ❖ Dépôt d'un dossier de demande d'injection d'effluents sodés de Arkema MONT dans le dispositif C 4000 en 2006
- ❖ Tierce expertise demandée au BRGM du dossier de demande d'autorisation en avril 2009
- ❖ Présentation de l'état d'avancement du projet en CSPRT le 17 novembre 2009
- ❖ Rapport du BRGM avril 2009 :
  - ❖ Liste des risques complète
  - ❖ Études interactions fluides – matrice insuffisante
  - ❖ Demande de calculs complémentaires (feuille suivante)
- ❖ Décision de TEPF, donnée en CLS du 23 octobre 2012, de mettre en attente la demande d'Arkema. Elle sera éventuellement analysée après une année de fonctionnement dans la nouvelle configuration LCC 30.

## Étude géochimique des relations fluides - matrice

- ❖ Ces études font suite aux remarques de la tierce expertise du BRGM. Elles ont permis d'améliorer les connaissances sur l'interaction fluide – matrice et d'anticiper les conséquences des modifications d'exploitation post 2013. Elles ont été menées en interne et en relation avec le BRGM.
  
- ❖ Étude de novembre 2011 :
  - ❖ Augmentation homogène de la porosité (de 7.5 % à 8.3 % en 40 années)
  
- ❖ Étude de avril 2012 : spécifique à la configuration 2014 et plus (projet LCC30)
  - ❖ Deux scénarios d'injection étudiés : injection commune sur LA 109 et injection séparée
  - ❖ Quelque soit le scénario, légère augmentation de la porosité (de 7.5 % à 8.4)
  - ❖ Ces augmentations restent faibles au regard des volumes injectés.
  - ❖ Ces augmentations ne présentent pas de risque d'intégrité du réservoir.

## Analyse de l'évolution de la teneur en H<sub>2</sub>S du gisement de Lacq Profond

- ❖ Analyses réalisées deux fois par an depuis 2006 sur des puits producteurs de gaz du Cluster
  
- ❖ 2010 : ajustement du modèle thermodynamique à partir des analyses réalisées

## Acquisition de données sur puits injecteurs

- ❖ Fonctionnement aux injecteurs
  - de 2007 à 2009, en injection alternée LA102/LA109
  - à partir de 2010, en injection simultanée
  
- ❖ Les mesures de pression de fond demandent une stabilisation de plus en plus longue – encore 2 mois malgré une procédure de flush au gaz doux
  
- ❖ Les mesures de pression statique de gisement montrent la tendance à la baisse
  - LA 102 : de 28.1 à 20.7 entre 2006 et 2011
  - LA 109 : de 125.4 à 115.9 entre 2006 et 2011: panneau en surpression
  
- ❖ Dans les conditions d'opération de 2006 à 2012, l'injection montre un comportement normal, stable (compte tenu des incertitudes) et sans indice de dégradation. Valeurs des indices d'injectivité:
  - LA 102 : 39-50 Sm<sup>3</sup>/j/bar sur 2006-2011
  - LA 109 : ≈ 17 Sm<sup>3</sup>/j/bar sur 2006-2011

# Écoute sismique

- ❖ Mise en place de l'écoute sismique en mars 2004
- ❖ 2007 : nouveau système mis en place par la société MAGNITUDE  
(4 stations SQUID de 4 géophones tri axes dans le puits LA 405).
- ❖ Dispositif de surveillance d'intégrité du réservoir (pas de but de localisation des événements)  
AP 2006.IC.62 (article 16): « Un système d'écoute spécifique ayant pour but de suivre la sismicité autour du point d'injection est mis en place. »
- ❖ Fonctionnement satisfaisant du dispositif entre 2007 et 2012 (99.2 % de disponibilité)
- ❖ Principaux résultats :
  - 1 329 événements localisés sur le site de LACQ
  - Pour 72 % des événements, la localisation se situe entre 3 000 et 5 000 m de profondeur.
  - magnitudes faibles des événements (de -1 à +1.2)
  - L'évènement le plus important (+3.6 survenu le 01 mars 2008) se situait à 7 000 m de profondeur.

# Observations sur le réservoir de Lacq Supérieur

- ❖ Lacq Supérieur : réservoir à huile situé à 500 m de profondeur, connecté à l'aquifère du récif Albo – Aptien et totalement déconnecté du réservoir à gaz de Lacq Profond
- ❖ Demande faite en 2009 d'autoriser TEPF à augmenter la pression maximale de 66 bar à 71 bar.
- ❖ Demande accordée en 2010 (AP 10/MIN/49 du 18 octobre 2010)
- ❖ Suivi des mesures de pression (GPPS et continues) sur LA 96 depuis 2004 et évolution des valeurs de pression en accord avec le bilan de sur injection:
  - De 2007 à 2009, hausse des valeurs de pression  
(sur injection élevée  $\approx 900 \text{ m}^3 \text{ fond/j}$ )
  - De 2009 à 2011, augmentation plus lente de la pression  
(moyenne de sur injection  $\approx 650 \text{ m}^3 \text{ fond/j}$  et en baisse continue)
  - En 2011-2012, tendance à la stabilisation autour de 65.9 bar  
(moyenne de sur injection  $\approx 500 \text{ m}^3 \text{ fond/j}$  et en baisse continue)
- ❖ Modèle par bilan matière (MBAL) confirme ces 66 bar malgré une sensibilité forte aux événements ponctuels  
  
=> reprise du modèle (en 2013) pour mieux prendre en compte les effets transitoires

# Conclusions

# Conclusions

- ❖ Le suivi quantitatif et qualitatif des effluents injectés ainsi que les travaux et mesures d'amélioration de l'opération du dispositif C 4000 ont permis de garantir le respect de la réglementation.
  - ❖ Les volumes autorisés ont été respectés (forte baisse des volumes injectés)
  - ❖ Les paramètres analysés ont été globalement maîtrisés (baisse du pH liée aux problèmes de la neutralisation d'Arkema et à la diminution des eaux sodées de TEPF, des pics d'hydrocarbures suite à des incidents sur des unités)
  - ❖ Quelques dépassement ponctuels de valeurs guides
  
- ❖ Amélioration de la connaissance du comportement du gisement et des performances du dispositif d'injection
  
- ❖ Les mesures effectuées montrent une stabilité des caractéristiques d'injectivité dans le réservoir.
  
- ❖ Le confinement du réservoir C 4000 est confirmé.



# Perspectives

## Perspectives

- ❖ Un nouveau schéma industriel dit LCC 30 a été développé sur la plate-forme de Lacq fin 2013 :
  - ❖ Les volumes des eaux de gisement vont diminuer (de 100 000 m<sup>3</sup>/an en 2012 à 30 000 m<sup>3</sup>/an en 2014)
  - ❖ Les flux d'effluents industriels vont également être diminués à partir de 2014
  
- ❖ Évolution du taux de dilution à partir de 2014 :
  - Eaux de condensation : environ 30 000 m<sup>3</sup>/an
  - Effluents industriels de Lacq : moins de 10 000 m<sup>3</sup>/an
  - Effluents industriels de Mourenx : moins de 50 000 m<sup>3</sup>/an
  
- ❖ L'étude des solutions alternatives à l'injection dans le C 4000 a conclu à une faible capacité de traitement par des voies biologiques. La recherche de valorisation des effluents salins n'a pas permis d'identifier de filière viable du point de vue technico-économique.
  
- ❖ Pour ces motifs il apparaît que la majorité des flux actuels doivent continuer à être injectés. Cependant certains industriels se sont engagés à mettre en œuvre des programmes de réduction des injections.

**MERCI POUR VOTRE ATTENTION**