



Comité Local de Suivi des injections au C4000

Présentation activité 2020

26 février 2021

Sommaire

- ▶ Contexte réglementaire
- ▶ Bilan exploitation C4000
 - Suivi quantitatif des effluents injectés
 - Evolution des débits depuis 2004
 - Volumes injectés depuis démarrage LCC30
 - Suivi qualitatif des effluents injectés
 - Suivi nettoyage filtres
- ▶ Puits LA102
- ▶ Puits LA109
- ▶ Travaux 2020 sur réseau C4000
- ▶ Suivi du gisement
 - Bilan gisement (historiques gaz, eau)
 - Bilan en pression
 - Tests d'injectivité
 - Surveillance sismique
- ▶ Perspectives 2021

Contexte réglementaire

- ▶ 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/2017/15 du 27/12/2017
 - 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
 - *AP MINES/2020/10 du 23/12/2020 concernant les puits LA102 et LA109*

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

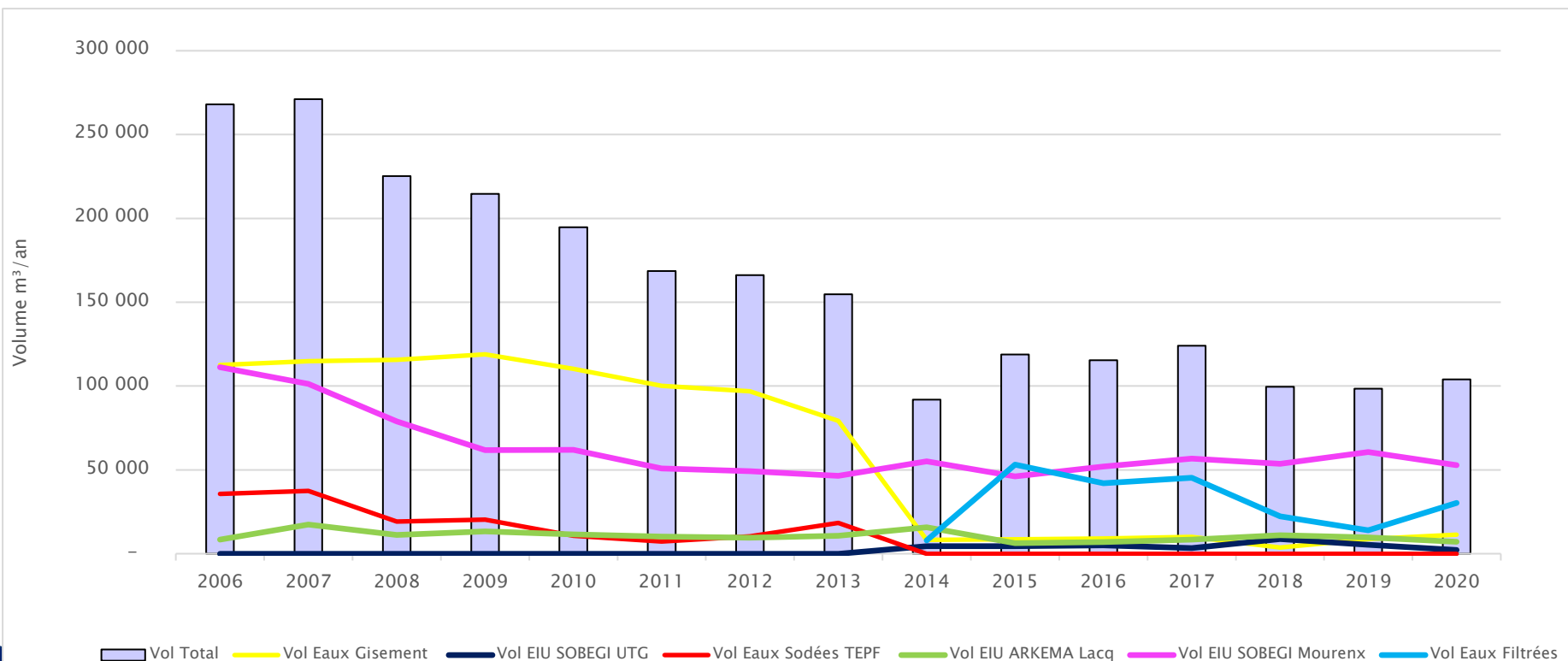
BILAN EXPLOITATION C4000

Suivi quantitatif des effluents injectés



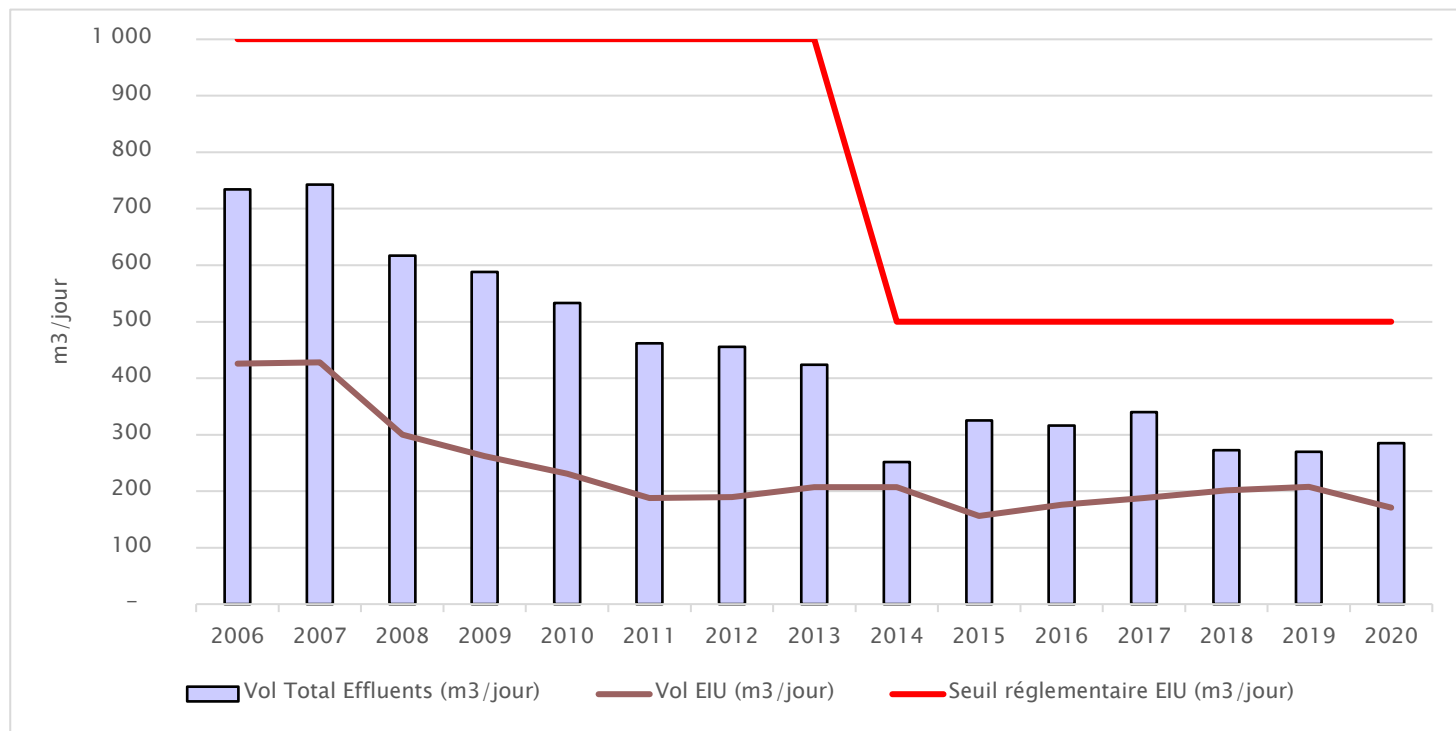
Evolution des volumes injectés depuis 2006

- ▶ Baisse significative des volumes injectés depuis le démarrage du projet LCC30 (2014) qui s'explique principalement par la baisse des eaux de gisement liée à la baisse d'extraction de gaz brut.
- ▶ Injection d'eaux filtrées depuis 2014 pour maintenir l'injection sur les 2 puits.
- ▶ Stabilisation des volumes d'effluents totaux injectés aux environ de 100 000 m³/an depuis 2018.



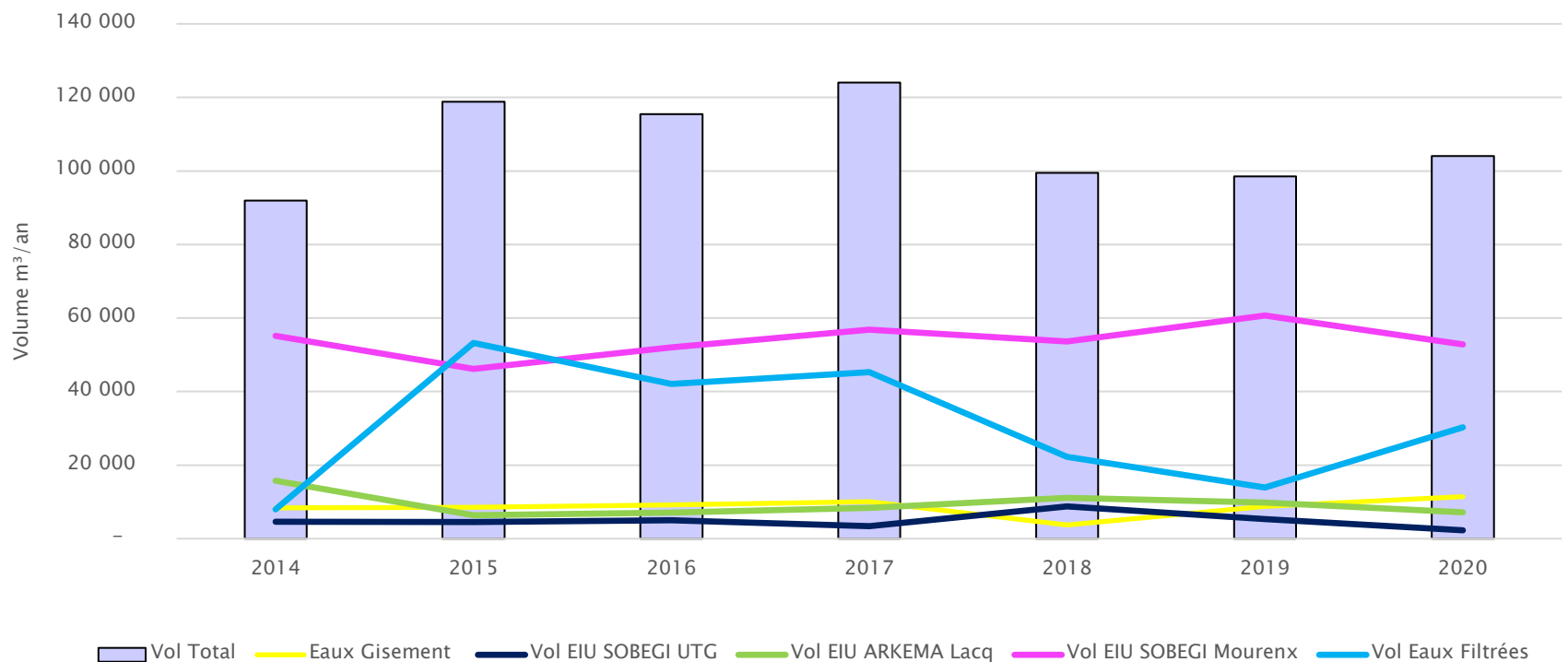
Evolution des volumes moyen jour injectés depuis 2006

- ▶ Avant le projet LCC30, le débit global des effluents injectés hors eaux de gisement ne pouvait dépasser réglementairement 1000m³/jour sur le mois
- ▶ A la mise en œuvre du projet LCC30, la limite réglementaire du débit global des effluents injectés hors eaux de gisement a été abaissée à 500m³/jour sur le mois
- ▶ Baisse des EIU depuis 2007
- ▶ Stabilisation des EIU injectées sur la période 2016-2020 (environ 200m³/j)



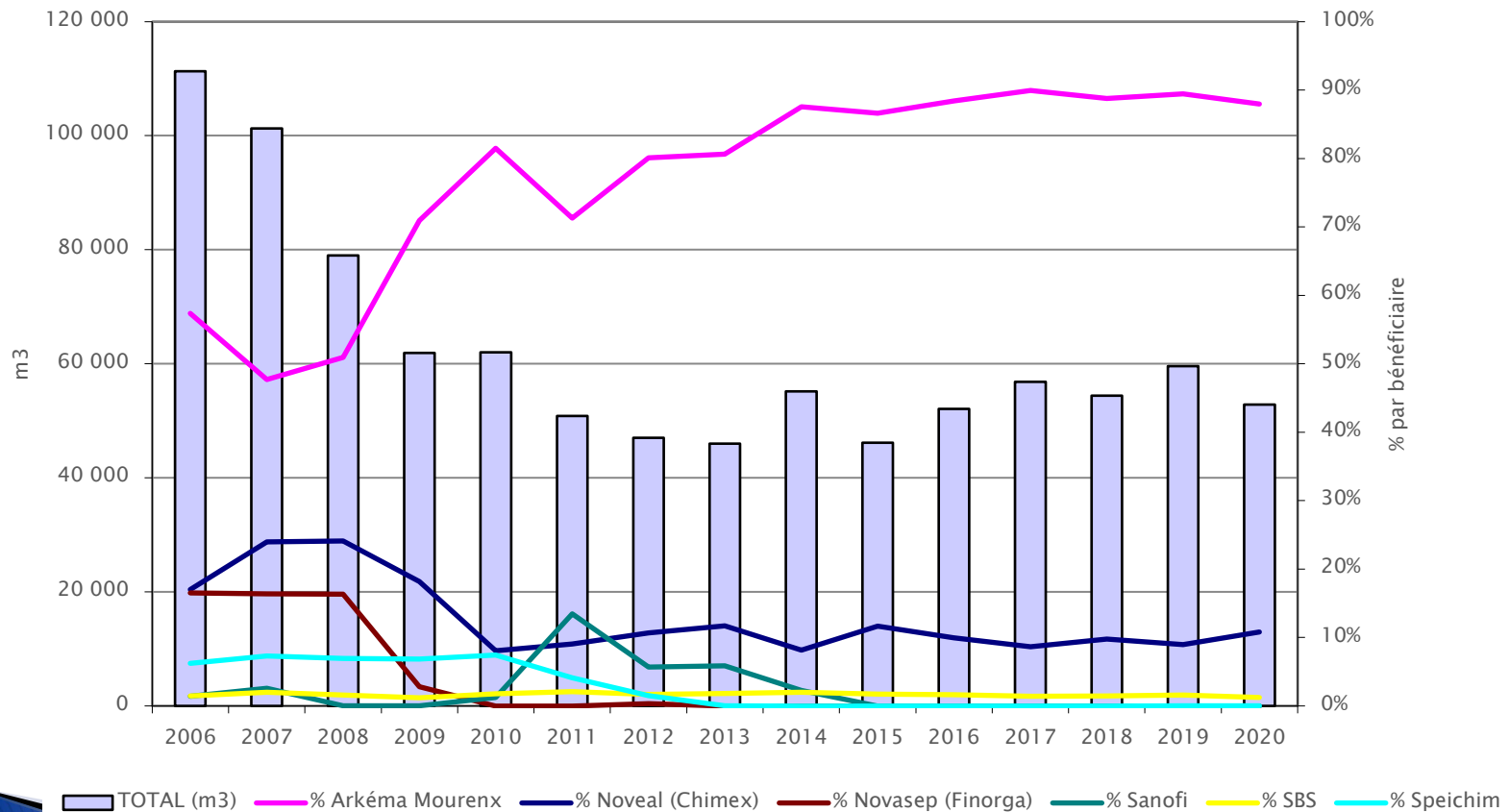
Volumes injectés annuellement depuis 2014

| | Eaux Gisement Geopetrol (m3) | EIU SOBEGI UTG (m3) | EIU ARKEMA Lacq (m3) | EIU SOBEGI Mourenx (m3) | Eaux Filtrées (m3) | Effluents totaux injectés (m3) |
|------|------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------|
| 2014 | 8 356 | 4 600 | 15 784 | 55 164 | 8 003 | 91 907 |
| 2015 | 8 54 | 4 522 | 6 346 | 46 171 | 53 202 | 118 789 |
| 2016 | 9 191 | 5 039 | 7 062 | 52 037 | 42 083 | 115 412 |
| 2017 | 10 073 | 3 409 | 8 411 | 56 825 | 45 310 | 124 028 |
| 2018 | 3 710 | 8 783 | 11 126 | 53 626 | 22 272 | 99 517 |
| 2019 | 8 771 | 5 337 | 9 788 | 60 668 | 13 945 | 98 509 |
| 2020 | 11 447 | 2 264 | 7 209 | 52 838 | 30 308 | 104 066 |



Evolution des volumes injectés en provenance de SOBEGI Mourenx (depuis 2006)

- ▶ Certains industriels comme Novasep, Sanofi et Speichim n'injectent plus d'EIU
- ▶ En 2020, les EIU en provenance de Mourenx sont issues de SBS (1%), Novéal (11%) et Arkema (88%)



BILAN EXPLOITATION C4000

Suivi qualitatif des effluents injectés



Méthodologie prélèvements

- ▶ Installation d'un nouveau système de prélèvement en octobre 2020 pour faciliter et sécuriser au mieux la prise des échantillons.
- ▶ Ce dispositif permet également d'augmenter la fréquence des prélèvements et d'obtenir ainsi une meilleure représentativité des analyses.

Robinet prise échantillon LA109



Analyses – Méthodes d'analyses

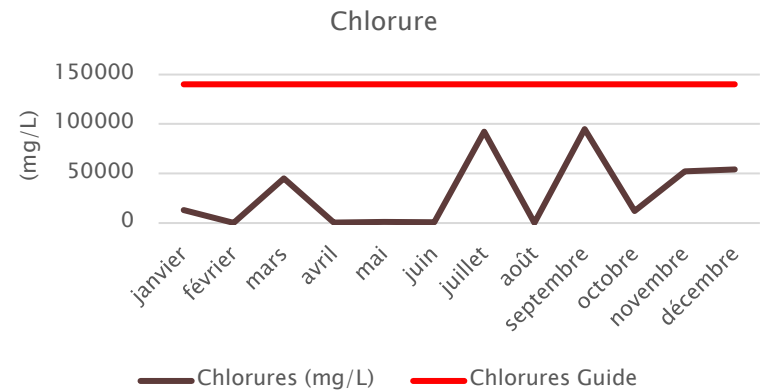
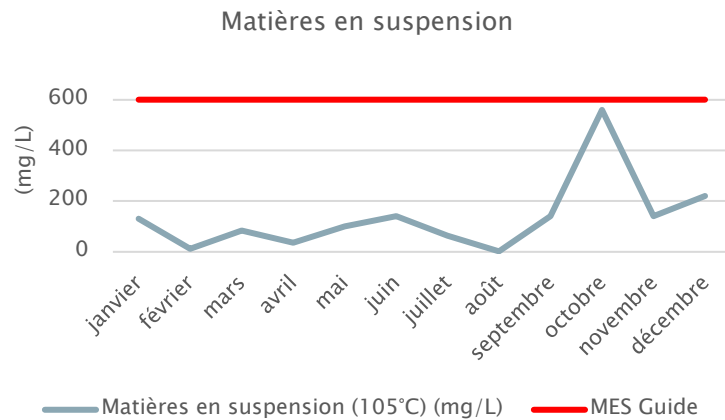
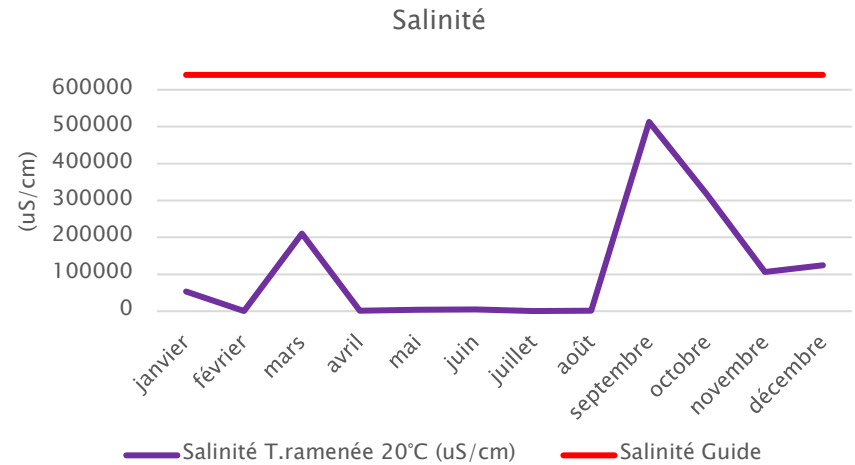
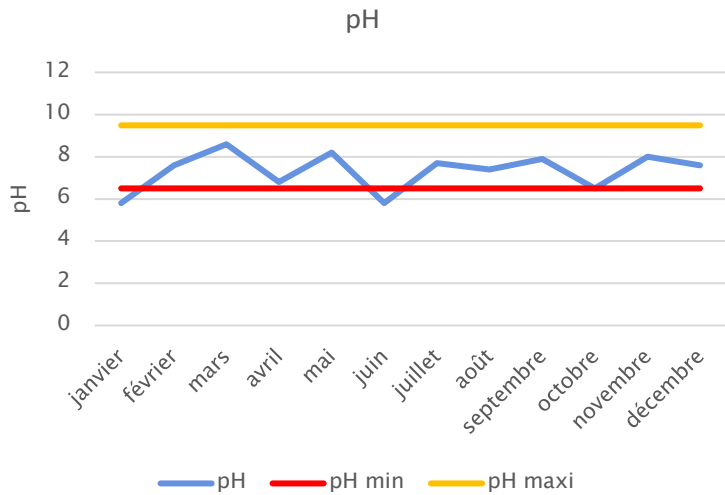
- ▶ Analyses mensuelles réalisées par le Laboratoire de Contrôle Environnement
 - Laboratoire accrédité COFRAC suivant référentiel NF EN ISO/CEI 17025: n°1-0156
- ▶ Autocontrôles biannuels par organisme extérieur indépendant (LPL – Laboratoire des Pyrénées)
- ▶ Programme d'analyses:
 - pH – Eh – oxygène dissous – alcalinité – salinité – MES
 - Anions/cations
 - Hydrocarbures – H₂S – Mercaptans
 - Acides organiques
 - Phénols - cyanures

Valeurs Guides - Rappels

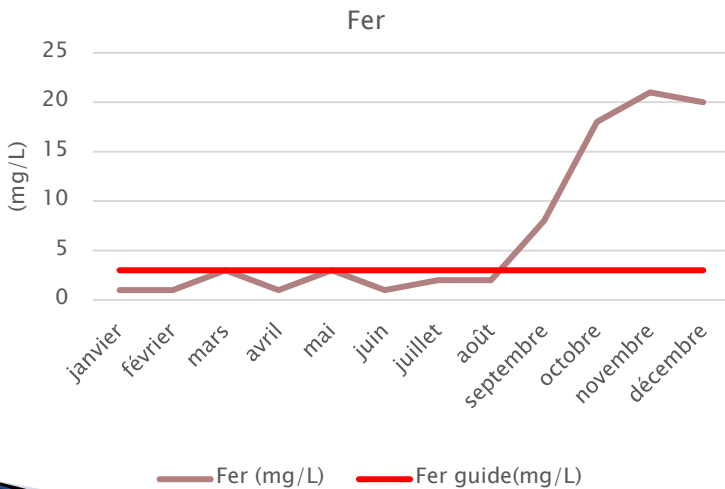
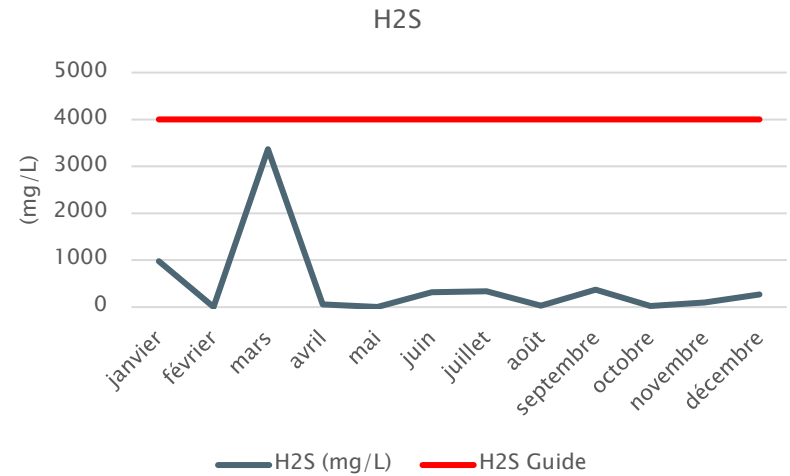
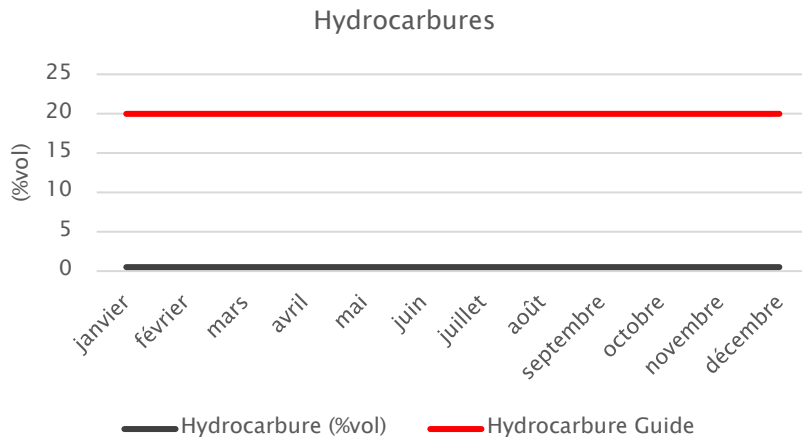
- ▶ Objectifs:
 - Fixer des seuils d'alertes
 - Informer les industriels pour prendre des mesures appropriées
- ▶ Les valeurs guide retenues correspondent aux paramètres ayant un impact sur:
 - la matrice
 - Les aspects sanitaires
 - La corrosion

| Impacts | Paramètres | Valeur Guide |
|------------------|---|--------------|
| Matrice | pH | >6,5 et <9,5 |
| | Salinité Théorique à 20°C (μ S/cm) | 640 000 |
| | Matières en suspension (mg/l) | 600 |
| | Chlorures (mg/l) | 140 000 |
| Sanitaire | Hydrocarbure (% vol) | 20% |
| | H ₂ S (mg/l) | 4 000 |
| | Phénols (μ g/L) | 900 |
| | Cyanures (μ g/L) | 400 |
| Corrosion | Fer (μ g/L) | 3 000 |

Résultats des analyses



Résultats des analyses



Commentaires sur les analyses

▶ Commentaires sur les écarts observés sur le pH et Fer

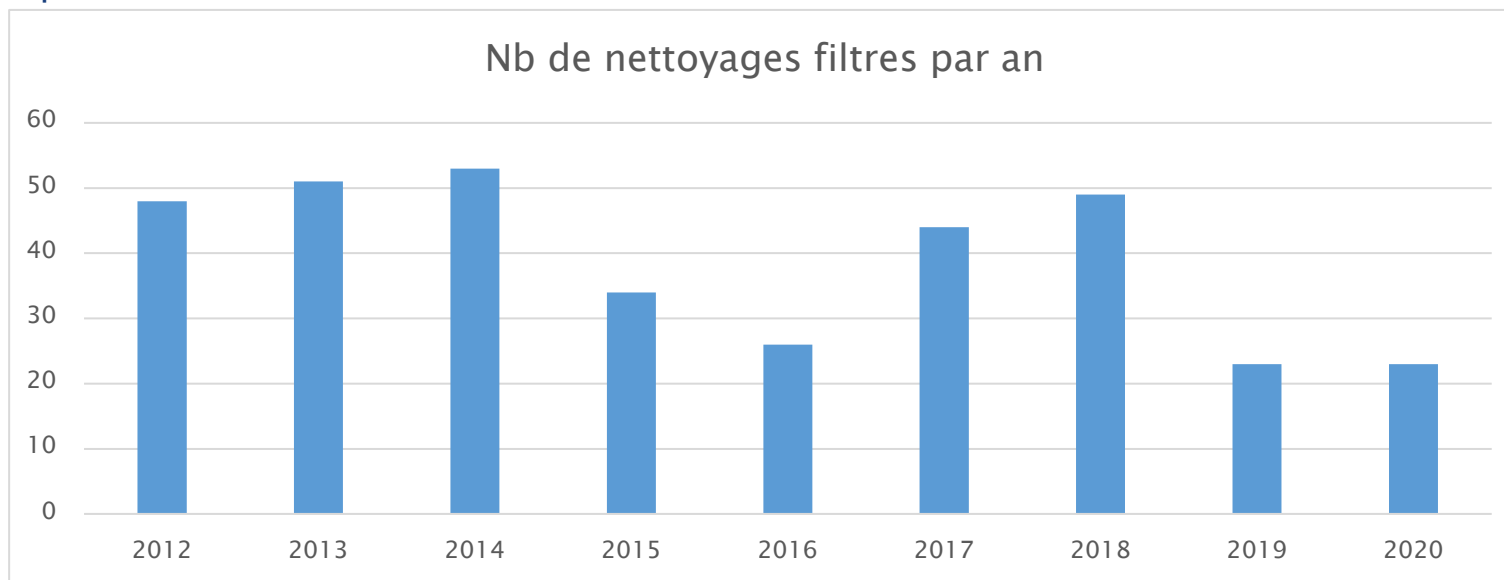
- pH: Les valeurs pH de 5.8 au mois de janvier 2020 et juin 2020 étaient légèrement inférieures à la valeur guide. Après avoir alerté les industriels, l'origine de cet écart correspondait à un problème de régulation sur la neutralisation des effluents sur les installations d'Arkema Lacq.
 - Fer: L'augmentation de la teneur s'explique par:
 1. Evolution de la méthode analytique en septembre 2020:
 - L'objectif est de se caler avec la méthode du laboratoire d'autocontrôle (LPL) dont les analyses sont réalisées sur un effluent brut au lieu d'un échantillon filtré.
Il est à noter que les valeurs guide actuelles du Fer ont été déterminées à partir d'un échantillon filtré.
 2. Evolution de la méthode de prélèvement en octobre 2020:
 - Cette nouvelle pratique engendre un cumul de la teneur en fer sur l'échantillon moyen du mois par opposition aux prélèvements ponctuels effectués après une purge des lignes d'échantillonnage.
- Le facteur de correspondance est en cours d'évaluation en vue de définir la nouvelle valeur guide pour le Fer.

▶ Commentaires sur les analyses Phénol et Cyanures

- Les analyses sont effectuées par un laboratoire extérieur (LPL).
- Les résultats sur ces paramètres sont toujours inférieurs à la limite de quantification de 10mg/l mais qui ne permet pas d'alerter par rapport aux valeurs guide.
- Depuis 2015, nous avons sollicité les laboratoires pour évaluer les mesures cyanures et phénols par d'autres techniques pour baisser cette limite de quantification.

Nettoyage des filtres

- ▶ Objectif:
 - Préserver l'intégrité du puits et des intervalles d'injection des puits injecteurs
- ▶ 3 filtres installés:
 - 1 sur la plateforme Induslacq
 - 1 en amont de l'injection du puits LA102
 - 1 en amont de l'injection du puits LA109
- ▶ Nettoyage de filtres :
 - En 2020, le nombre de nettoyages est resté faible, similaire à 2019 et inférieur aux années précédentes

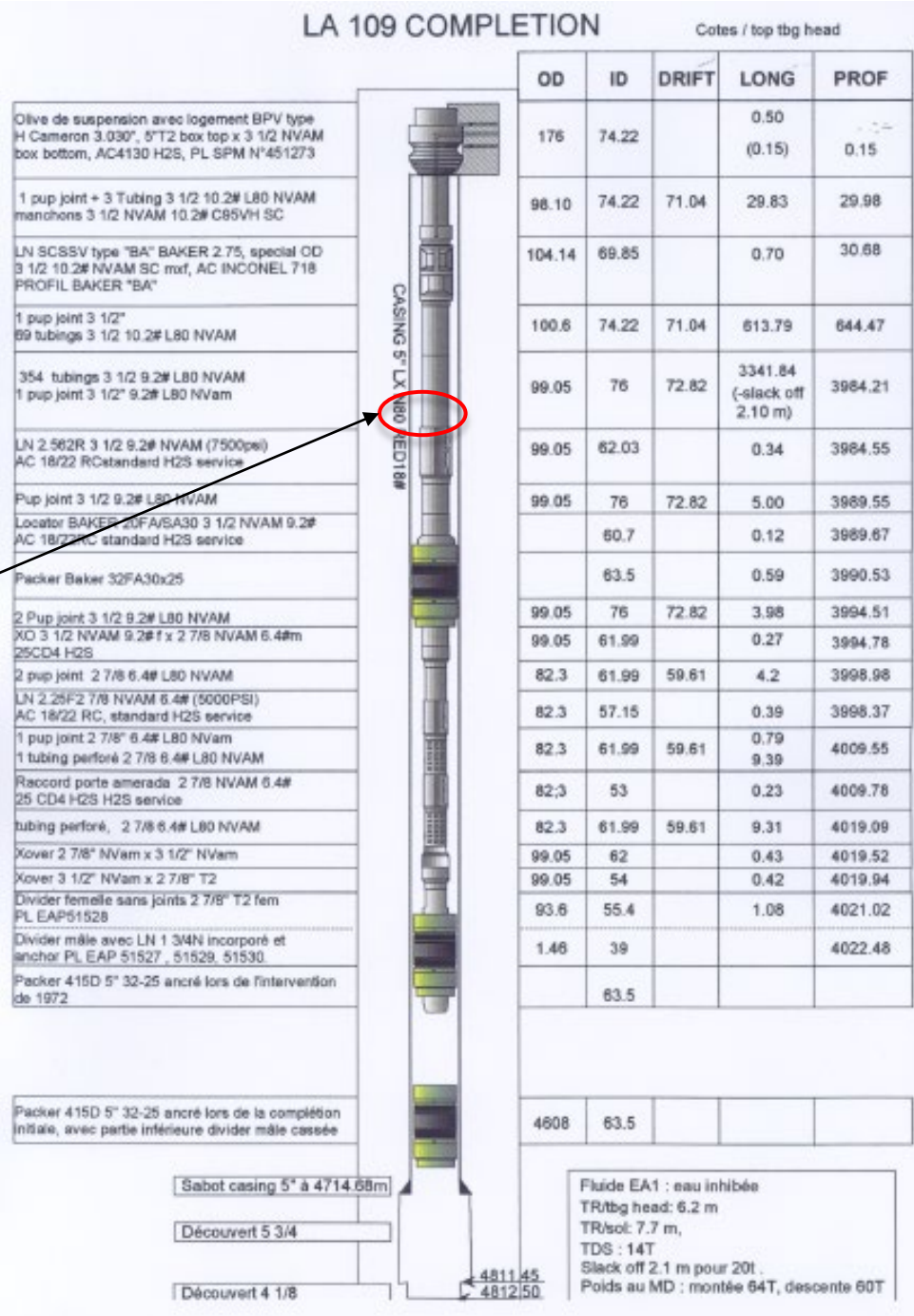


PUITS LA109



OBSERVATIONS PUITES LA109

Suite à des variations inhabituelles de pression dans l'espace annulaire EA0, les contrôles réalisés en surface et dans le puits ont confirmé la présence d'une communication entre le tubing et l'Espace Annulaire EA0 au dessus du Packer. Le tubing est endommagé à environ 3793 m avec la présence d'une obstruction métallique vers 3800m.

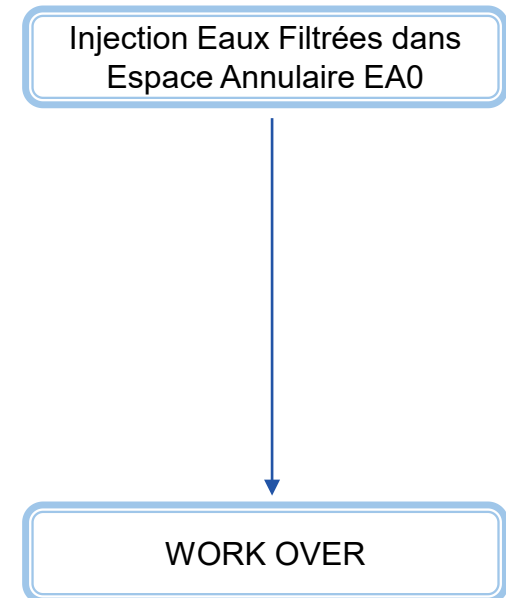


PLAN D'ACTION SUR LE Puits LA109

- ▶ La levée de cette communication tubing /EA0 nécessite une intervention lourde appelée Work-Over. Ce type d'opérations requiert un long délai de préparation et d'approvisionnement des équipements pour sa mise en œuvre (au minimum 8 mois)

- ▶ COURT TERME
 - Préservation du cuvelage 5" en injectant dans l'espace annulaire EA0 des eaux filtrées tout en surveillant et en contrôlant les pressions en surface de l'EA0 et du tubing
 - Ces actions sont déjà mises en œuvre

- ▶ LONG TERME
 - WORK OVER dont le programme est en cours d'étude en concertation avec les bénéficiaires du C4000



PUITS LA102



OBSERVATIONS PUIT LA102

Injectivité

- Depuis 2011, nous observons une baisse régulière de l'indice d'injectivité (voir détail des mesures dans le suivi du gisement)
- Cette baisse d'injectivité n'a pas d'impact sur l'injection des effluents mais il devient important d'enrayer cette tendance.
- Des contrôles supplémentaires ont été effectués lors du dernier trimestre 2020 pour tenter d'identifier cette baisse d'injectivité.

Equipement puits

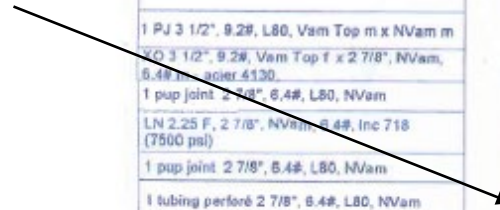
- Une dégradation du tubing sous le packer a été identifiée à environ 3810m.
- Pas de communication entre le tubing et l'espace annulaire EA0

COMPLETION LA102

TR/Sol = 453 m, TR/tbg head = 3.86 m, slack off = 1.93 m pour 20t, luide EA0 = eau inhibée, PMD montée = 60t, PMD descente = 53t

Cotes / Top tubing head

| | OD | ID | DRIFT | LONG | PROF |
|--|-----------|-------|-------|--------------------------------|---------|
| Olive de suspension avec logement BPV type H Cameron 3.030", 5" T2 box top x 3 1/2" NVam box bottom, AC 4130 H2S, PL SPM n° 451273 | 176 | 74.22 | | 0.50 | 0.15 |
| 1 tubing 3 1/2" 10.2# L80 Vam top môle bas x NVam môle haut | 88.9 | 74.22 | 71 | 9.30 | 9.45 |
| 5 lbs 3 1/2", 10.2# L80, avec manchons C95VH Vam Top 6C | 99.1/88.9 | 74.22 | 71 | 46.45 | 55.90 |
| 1 PJ 3 1/2", 10.2#, L80, Vam Top, 6C | 88.1/88.9 | 74.22 | 71 | 1.20 | 57.10 |
| LN SCSSV type "BA" BAKER 2.75", spécial OD 3 1/2", 10.2#, Vam Top SC m x f, L80. | 101.14 | 68.85 | | 0.76 | 57.86 |
| 1 PJ 3 1/2", 10.2#, L80, Vam Top | 89/88.5 | 74.22 | 71 | 1.36 | 59.22 |
| 69 tubings 3 1/2", 10.2#, L80, Vam Top | 99/88.5 | 74.22 | 71 | 636.91 | 696.13 |
| 1 Réduction 3 1/2", 9.2# x 10.2#, Vam Top | | | | 0.93 | 697.06 |
| 333 tubings 3 1/2", 9.2#, L80, Vam Top | 99/88.9 | 76 | 74.8 | 3085.33 - 1.93 slack off | 3780.46 |
| 1 PJ 3 1/2", 9.2#, L80, Vam Top | 89/88.9 | 78 | 74.8 | 1.40 | 3781.95 |
| LN 2.56 R, 3 1/2", 9.2#, Vam Top (9500psi) acier 4140 | 88.9 | 62.03 | | 0.44 | 3782.39 |
| 1 tubing 3 1/2", 9.2#, L80, Vam Top | 99/88.9 | 76 | 74.8 | 6.69 | 3791.08 |
| Locater BAKER 20FA/SA30 3 1/2", 9.2# Vam Top, acier 4140 | | 60.7 | | 0.52 | 3791.80 |
| Packer Baker FAB 1, Size 32FA30x25 3 1/2", 9.2#, Vam Top femelle en bas | | 63.5 | | 1.09 | 3792.69 |
| 1 PJ 3 1/2", 9.2#, L80, Vam Top m x NVam m | 99/88.9 | 76 | 74.8 | 2.32 | 3795.01 |
| LN 3 1/2", 9.2#, Vam Top T x 2 7/8", NVam, 6.4# acier 4130 | 99/88.9 | 62 | | 0.28 | 3795.29 |
| 1 pup joint 2 7/8", 6.4#, L80, NVam | 81.2/73 | 62 | 59.6 | 4.20 | 3799.49 |
| LN 2.25 F, 2 7/8", NVam, 6.4#, Inc 718 (7500 psi) | 82.3 | 57.15 | | 0.39 | 3799.88 |
| 1 pup joint 2 7/8", 6.4#, L80, NVam | 81.2/73 | 62 | 59.6 | 0.70 | 3800.58 |
| 1 tubing perforé 2 7/8", 6.4#, L80, NVam | 81.2/73 | 62 | 59.6 | 4.64 | 3805.22 |
| Raccord porte amarrade à ailettes 2 7/8", NVam, 6.4#, 25 CD4 H2S | 105.4/85 | 53 | | 0.22 | 3805.44 |
| 1 tubing perforé 2 7/8", 6.4#, L80, NVam | 81.2/73 | 62 | 59.6 | 4.64 | 3810.08 |
| Cloche de prolongement avec tube intérieur coulissant sur 1.39 m | 105/74 | 62 | | 3.78 | 3813.86 |
| Packer Baker size 32 25 descendu en 69 avec anchor latch assembly en place | | 47.6 | | | |



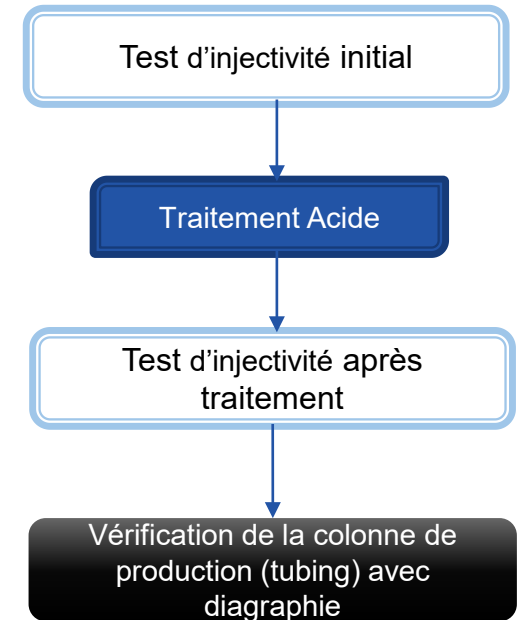
PLAN D'ACTION SUR LE Puits LA102

▶ COURT TERME

- Contrôler l'indice d'injectivité actuel du puits et tenter de l'améliorer
- Contrôler la corrosion du tubing par caméra ou diagraphie

Ces actions sont planifiées à partir de fin avril 2021.

- ▶ Les résultats des tests d'injectivité nous orienteront sur le programme des interventions à mener sur ce puits.



TRAVAUX 2020 SUR RÉSEAU C4000



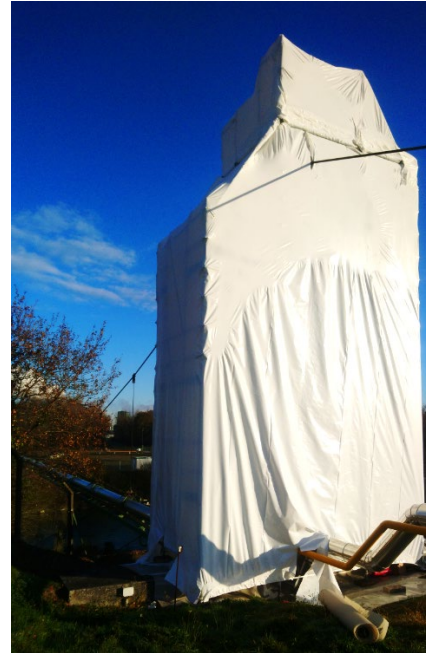
Travaux 2020 sur réseau C4000

- ▶ Travaux d'entretien de la passerelle P3bis

Reprise réglage



Réfection de la protection anticorrosion



Rive gauche



Rive droite

Travaux 2020 sur réseau C4000

- ▶ Reprise du supportage des fûts de torche LA102 et LA109



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 à Geopetrol**

- ▶ 03/03/2015 et 14/10/2015 : Mesure de la pression statique au LA135
- ▶ 30/10/2015 : Mesure de la pression statique au LA102
- ▶ 02-05/11/2015 : Test d'injectivité LA102
- ▶ 23-25/11/2015 : Test d'injectivité LA109
- ▶ 29/09/2016 : Mesure de la pression statique au LA109
- ▶ 27/10/2016 : Mesure de la pression statique au LA144
- ▶ 17/10/2017 : Mesure de la pression statique au LA135
- ▶ 15/11/2017 : Mesure de la pression statique au LA102
- ▶ 24/10/2018 : Mesure de la pression statique au LA135
- ▶ 23/11/2018 : Mesure de la pression statique au LA109
- ▶ 03/10/2019 : Mesure de la pression statique au LA135
- ▶ 21/10/2019 : Test d'injectivité LA102
- ▶ 28/10/2019 : Test d'injectivité LA109
- ▶ 12/11/2019 : Mesure de la pression statique au LA102
- ▶ **23/10/2020 : Mesure de la pression statique au LA135**
- ▶ **19/11/2020 : Mesure de la pression statique au LA102**

Généralités champ de Lacq profond

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

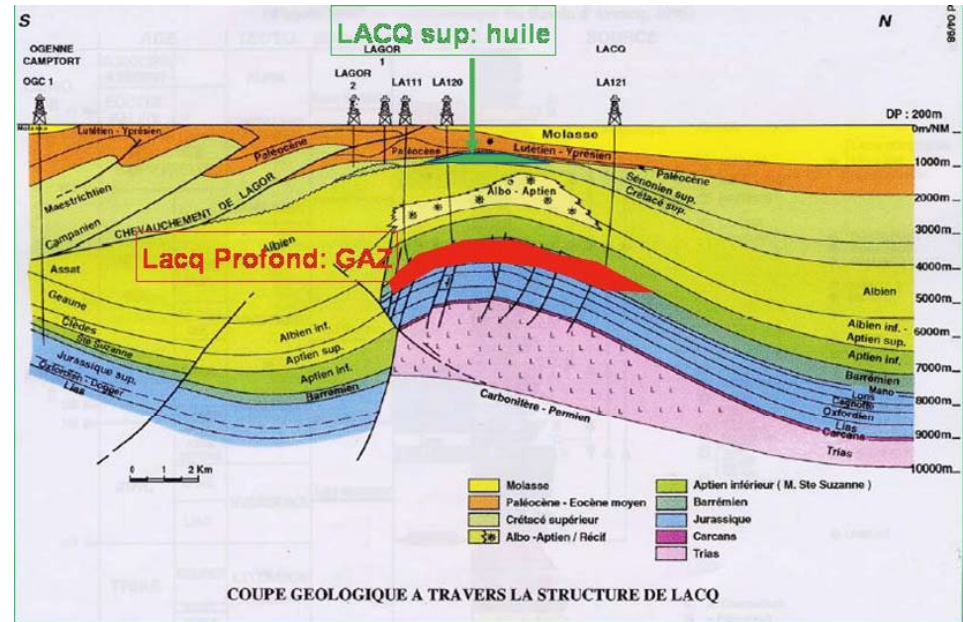
- ▶ Piège structural formé par dépôt de sels

- ▶ 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

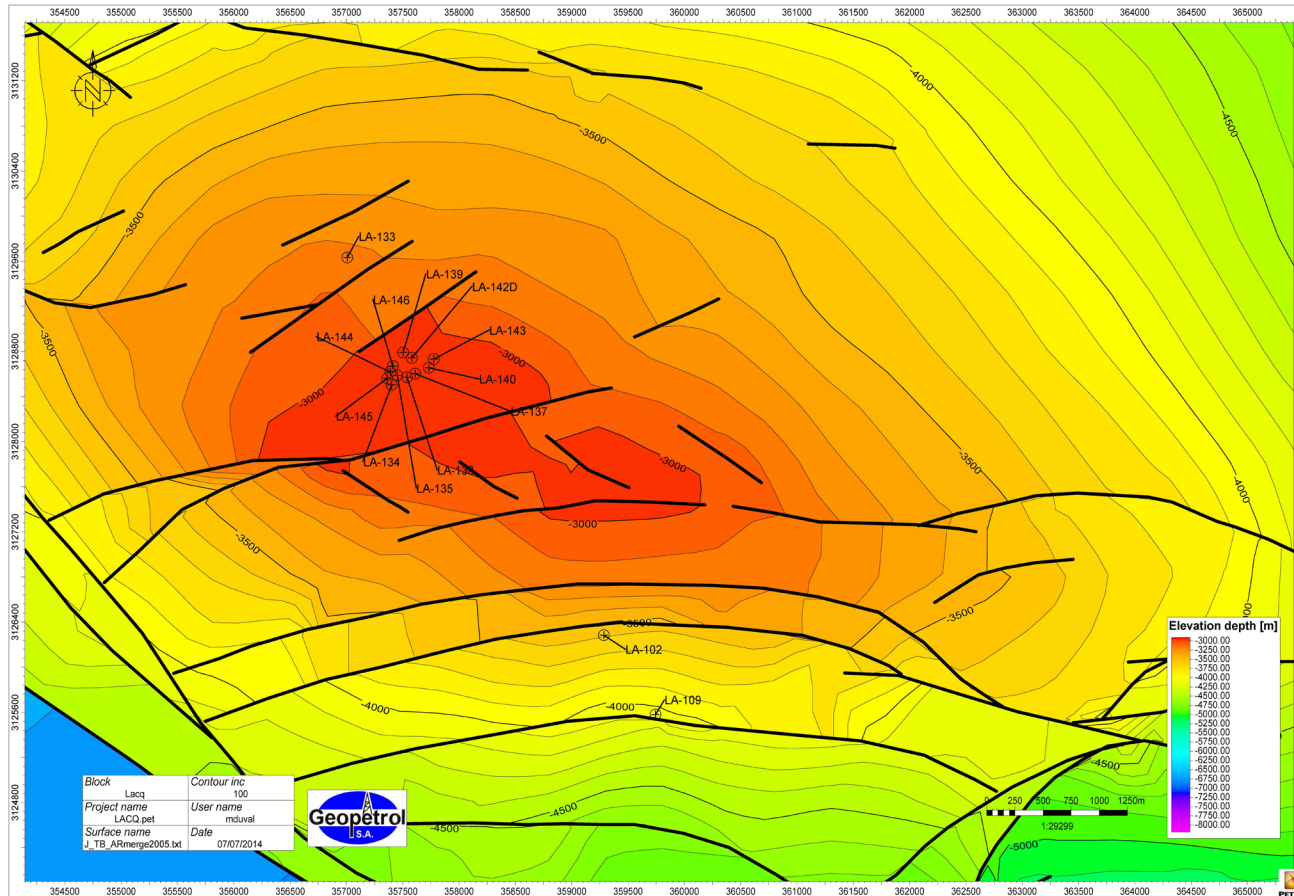
- ▶ Propriétés moyennes du gisement
 - Porosité matricielle : 1 à 4 %
 - Perméabilité matricielle : 0.001 mD
 - Perméabilité de fracture : 0.05 à 400 mD

- ▶ Pression et Température du gisement :
 - À l'état initial : @ -3700 mv/nm : P = 661 bara et T = 127°C
 - Actuel: @ -3700 mv/nm : P = 19.2 bara

- ▶ Débit journalier moyen de gaz brut en 2019 : 342.9 kSm3/j
- ▶ Cumulé produit gaz brut @ fin Décembre 2019 : 254.74 GSm3



Carte du gisement de gaz et statuts des puits



- ▶ Producteurs (4) :
 - LA139
 - LA142
 - LA143
 - LA144
- ▶ Puit observateur :
 - LA135
- ▶ Puits de substitution (5) :
 - LA134
 - LA137
 - LA138
 - LA140
 - LA145
- ▶ Injecteurs d'eau (2):
 - LA102
 - LA109
- ▶ Injecteurs de gaz:
 - LA146

Réglementation et mesures obligatoires AP MINES/2017/15

Contraintes réglementaires:

▶ 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 »

▶ Puits observateur (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. »

▶ Dispositif micro-sismique (article 40-4):

- « Un système d'écoute spécifique ayant pour but de suivre la sismicité autour du point d'injection est mis en place. »

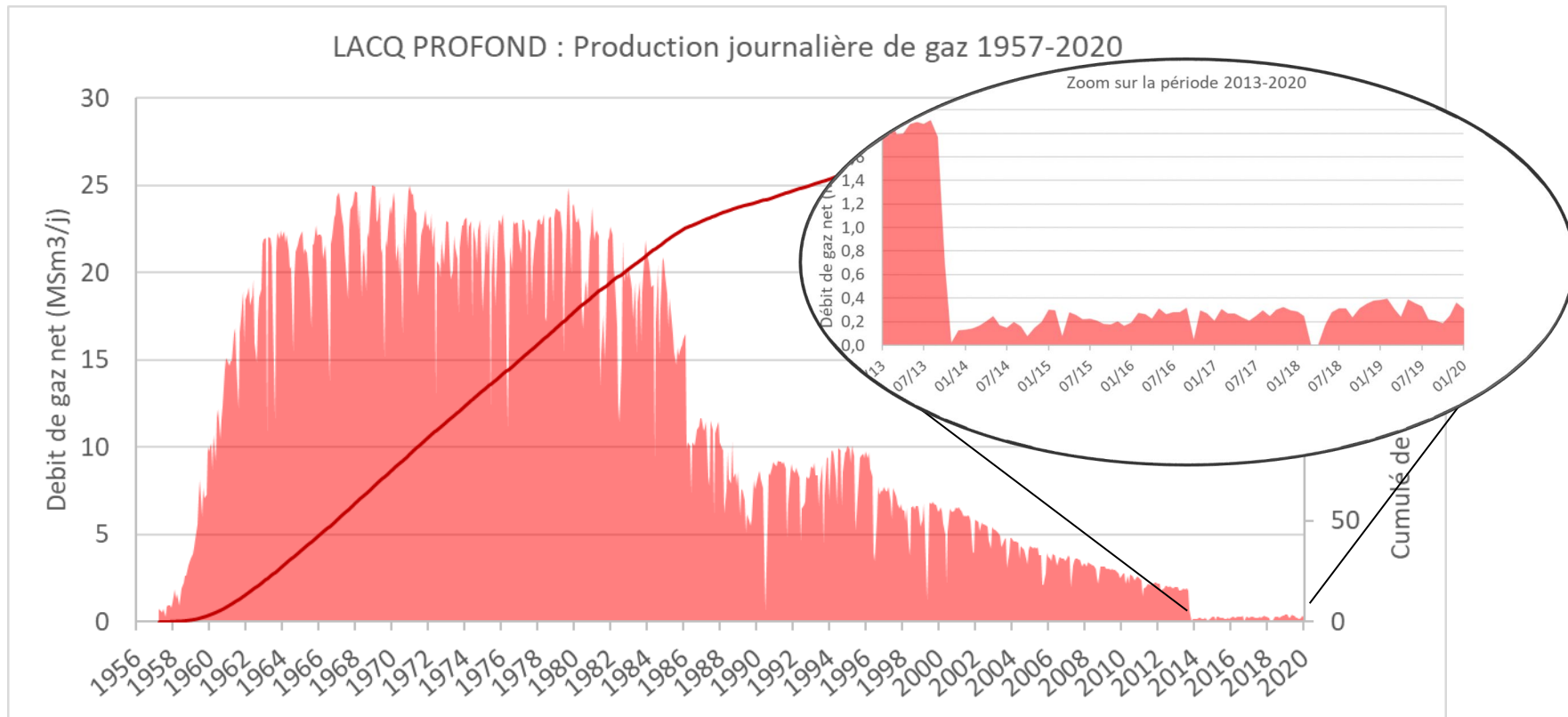
▶ Suivi des quantités injectées (article 42-3)

- « les volumes injectés sont relevés périodiquement sur chaque puits injecteur et consignés dans un registre. »

▶ Analyse des eaux superficielles et de gisement (article 42-4)

- « Les eaux de gisement produites à partir des puits producteurs de Lacq Supérieur, font l'objet d'une analyse annuelle de concentration en ions sodium, chlorures et lithium. »
- « Les eaux superficielles de la zone au droit du gisement font l'objet d'un suivi semestriel en conductivité et en teneur en hydrocarbures totaux, HAP, et BTEX sur les piézomètres »

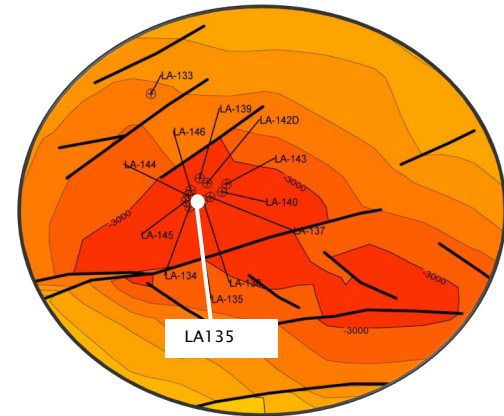
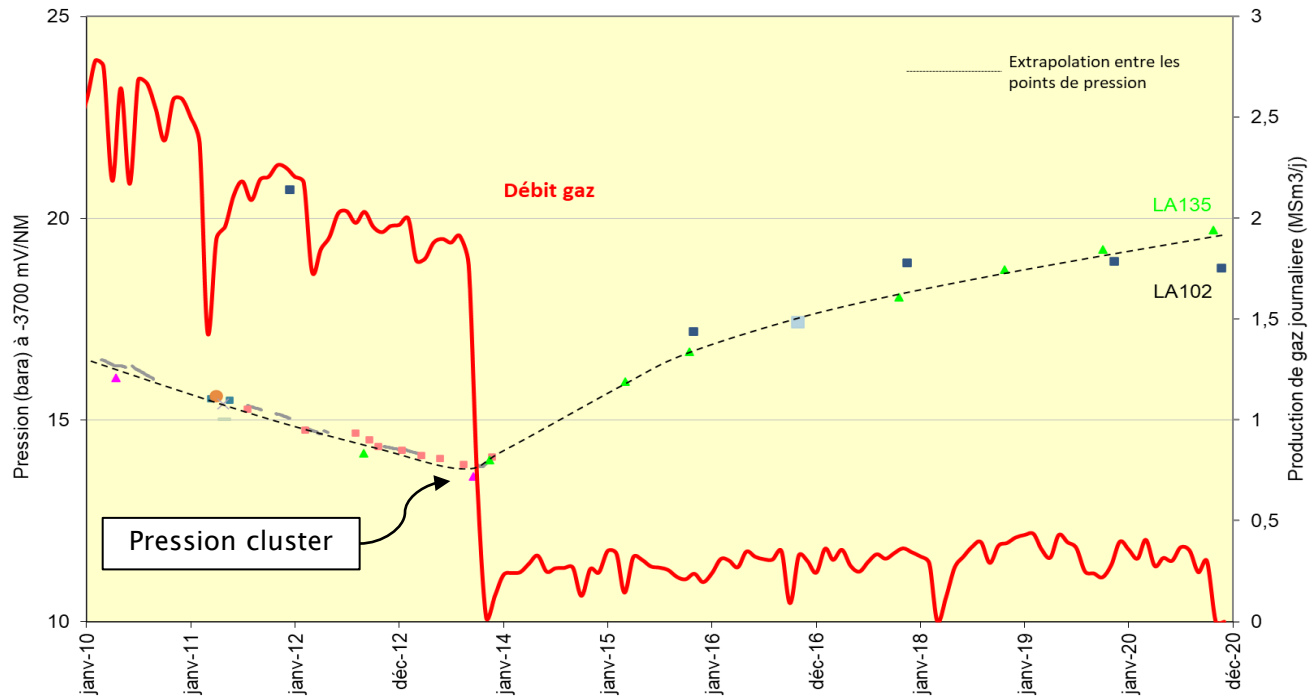
Historique des productions de gaz



- ▶ Sept. 2013 : passage d'une production de **2 MSm³/j** de gaz à **~300 kSm³/j**
- ▶ Débit moyen de gaz brut en 2020 : **303,9 kSm³/j**
- ▶ Gaz cumulé produit (31/12/2020) = **254.74 Gsm³**

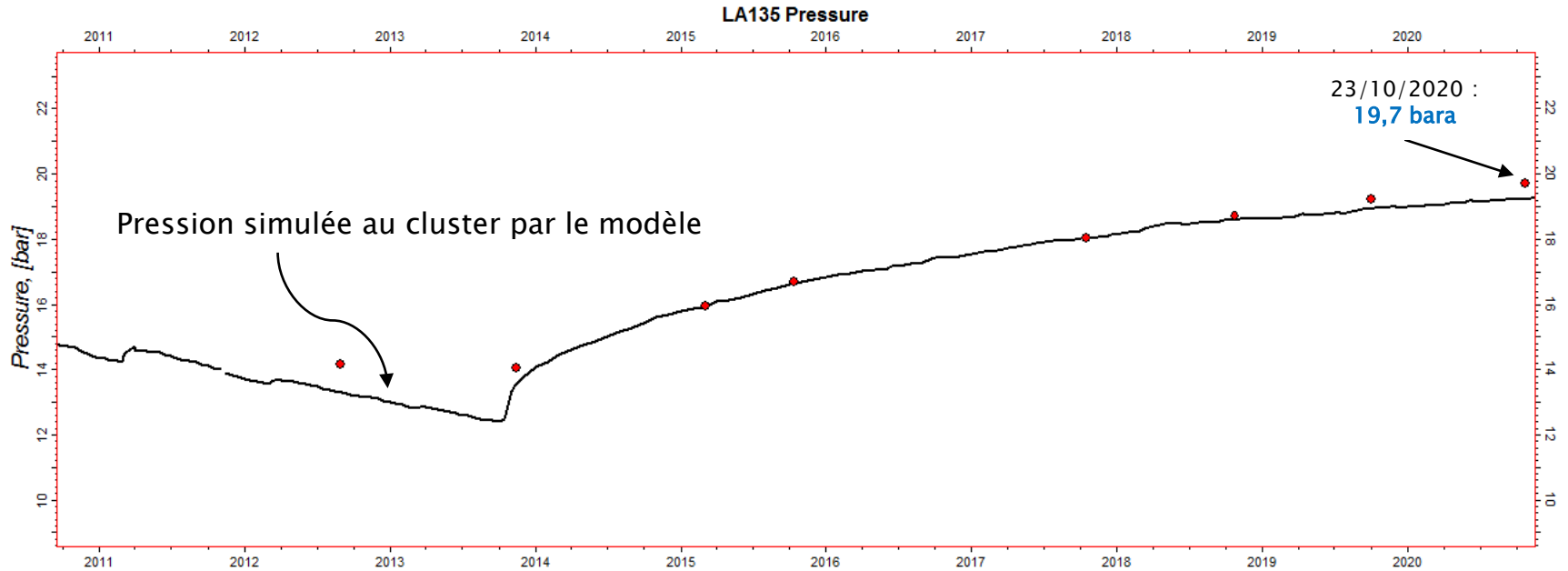
Historique des pressions statiques

Lacq Profond: Historique des mesures de pression de 2010 à 2020



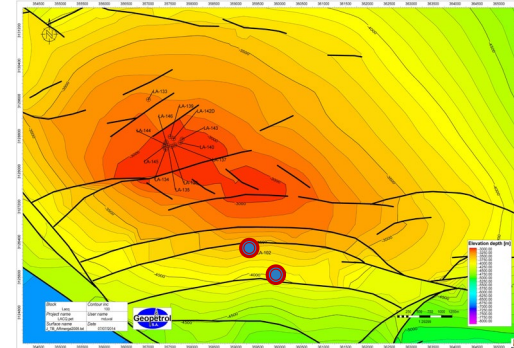
- ▶ Pression statique initiale (1957) : **663 bara @ 3700 m/NM**
- ▶ Remontée de la pression en **2013** suite a la diminution de la production de gaz
- ▶ Mesure de pression statique sur le puits observateur **LA135** le 23/10/2020 : **19,70 bara @ 3700mNM**

Mise à jour du modèle dynamique

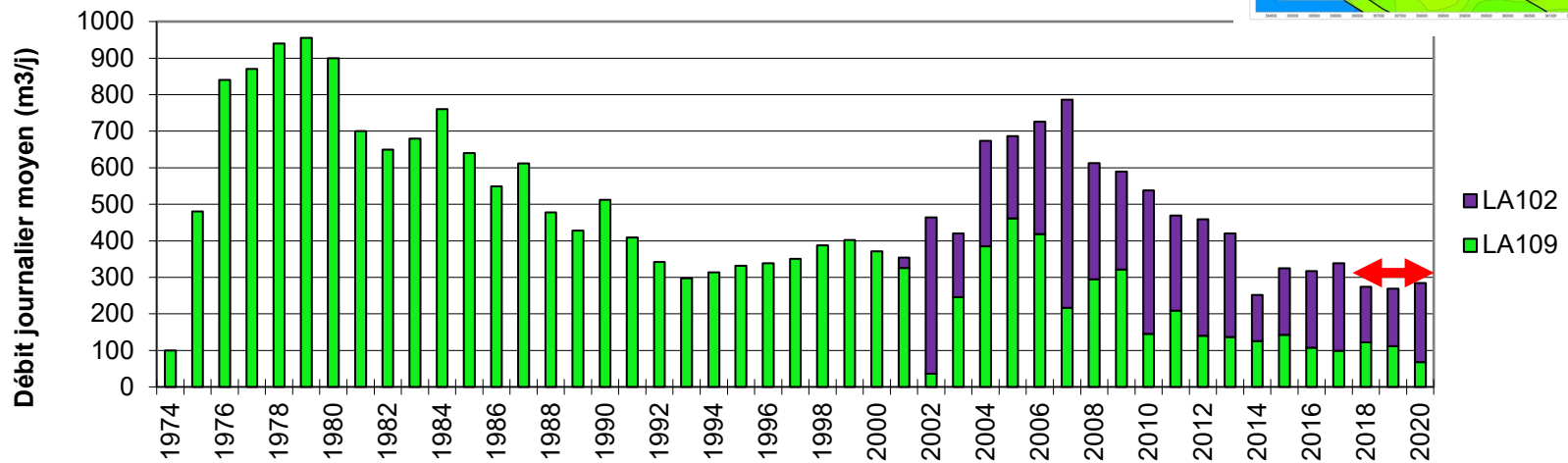


- ▶ La nouvelle donnée de pression d'octobre 2020 cale parfaitement avec les données issues du modèle dynamique qui permet de simuler le comportement du gisement.

Historique des injections au C4000

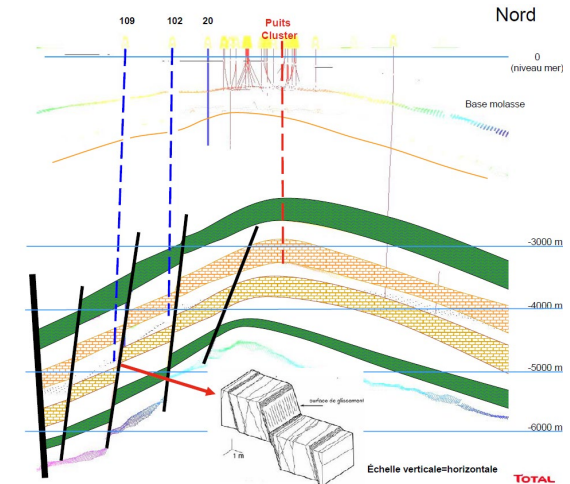
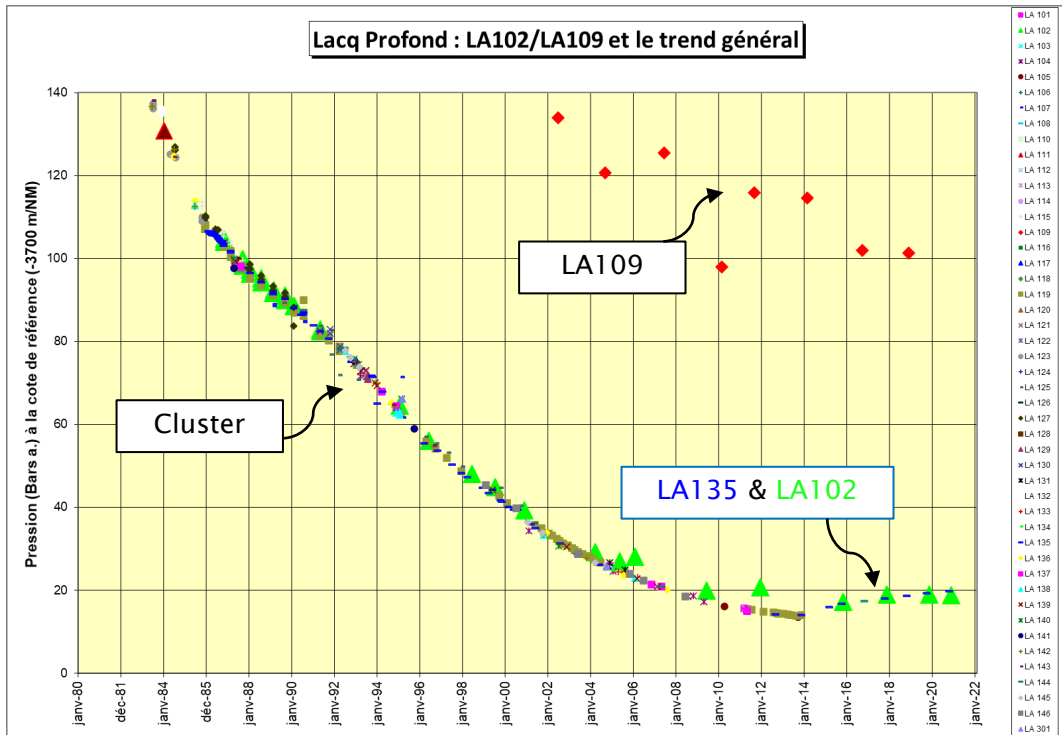


Historique des injections dans C4000



- ▶ Débit moyen 2020 = 284 m³/j (vs. 269 m³/j en 2019)
- ▶ Injections réalisées majoritairement dans le puits LA102 (76% des volumes injectés)

Historique des pressions statiques au C4000



- ▶ Mesure de pression au **LA102** (19/11/2020): **18,8 bara @ 3700 m/NM** (18,9 bars en 2018). Stabilité de la pression au puits LA102 alors que la pression du cluster a augmenté de 0,5 bars. sur la même période
→ Léger écart peut-être dû à un temps de stabilisation trop court entre l'arrêt de l'injection et la mesure de pression
- ▶ Dernière mesure de la pression au LA109 (23/11/2018) : 101,4 bara @ 3700 m/NM (102,7 bars en 2016).

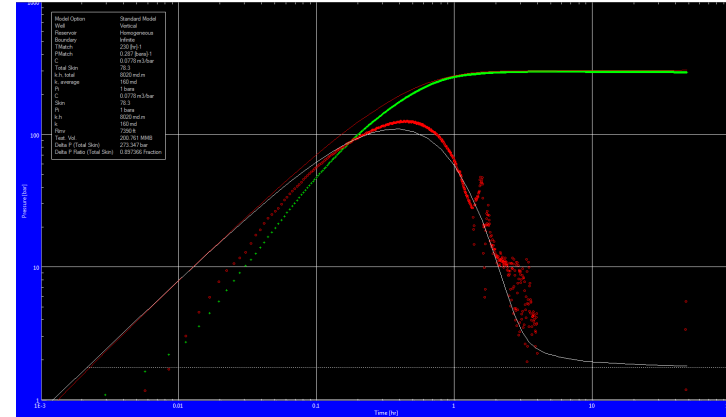
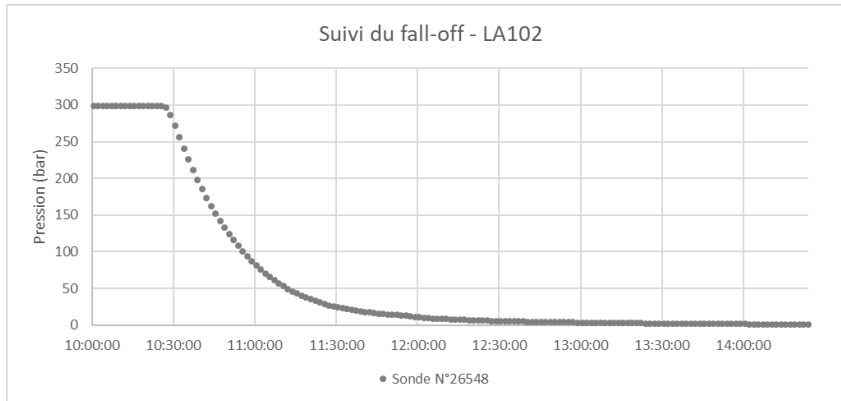
Tests d'injectivité – LA102

| | Puits | LA-102 | | | | |
|---|-------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| | Année Test | 2006 | 2009 | 2011 | 2015 | 2019 |
| Zone d'injection | m/tr | 4100-4150 | | | | |
| Pression statique gisement @ 3700m/nm | bara | 28.1 | 19.9 | 20.7 | 17 | 18.93 |
| Pression stabilisée en injection à la jauge | bara | 47-50 | 40-45 | 32-35 | 170-184 | 298.9 |
| Débit d'injection pendant les tests | M3/jour | 1920-2064 | 1968-2016 | 2196-2220 | 2256 | 1507.2 |
| Pression de fond en injection @ cote d'injection m/rt | bara | 83-87 @4150m | 75-80 @4150m | 61-65 @4150m | 200-215 @4150m | 319.7 @ 4150m |
| Indice d'injectivité | Sm3/j/bara | 39.0 | 39.6 | 48.8 | 12.0 | 5.0 |

- ▶ L'indice d'injectivité a progressivement diminué depuis 2011. Or, la pression du réservoir montre que le puits LA102 communique bien avec les autres puits du cluster par l'intermédiaire du réservoir.
- ▶ Il convient d'essayer d'enrayer cette tendance baissière (cf. plan d'action en cours).

Tests d'injectivité – LA102

► Analyse du « fall-off » en 2019



| Paramètres | Unité | Fall-off 2006 | Fall-off 2015 | Fall-off 2019 |
|--------------------|--------|---------------|---------------|---------------|
| kh | md.m | 7580 | 7600 | 8020 |
| k | md | 152 | 152 | 160 |
| Skin | | 0.267 | 22.4 | 78.3 |
| Wellbore storage C | m3/bar | 0.0903 | 0.085 | 0.0778 |

- En dépit de la baisse de l'indice d'injectivité, la perméabilité du réservoir est constante depuis 2006 ce qui est cohérent avec la mesure de la pression statique.
- Le réservoir (propriétés / communication) n'est pas en cause dans cette baisse dont l'origine se situerait au niveau du puits (augmentation du skin).

Tests d'injectivité – LA109

| | Puits | LA-109 | | | | |
|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| | Année Test | 2006 | 2009 | 2011 | 2015 | 2019 |
| Zone d'injection | m/tr | 4811-4816 | | | | |
| Pression statique gisement @ 3700m/nm | bara | 125.4 | 97.9 | 115.9 | 109 | 100.3 |
| Pression stabilisée en injection à la jauge | bara | 190-215 | 160-170 | 161-167 | - | - |
| Pression de tête stabilisée | bara | - | - | 5-5.2 | 5.7 | 1.86 |
| Débit d'injection pendant les tests | M3/jour | 2550-2740 | 2112-2160 | 2112-2143 | 2112-2207 | 2269 |
| Pression de fond en injection @ cote d'injection m/rt | bara | 260-310 @4815m | 237-250 @4815m | 225-232 @4815m | 203-226 @4815m | 199.3 @ 4815m |
| Indice d'injectivité | Sm3/j/bara | 17.0 | 16.7 | 18.0 | 20.8 | 22.9 |

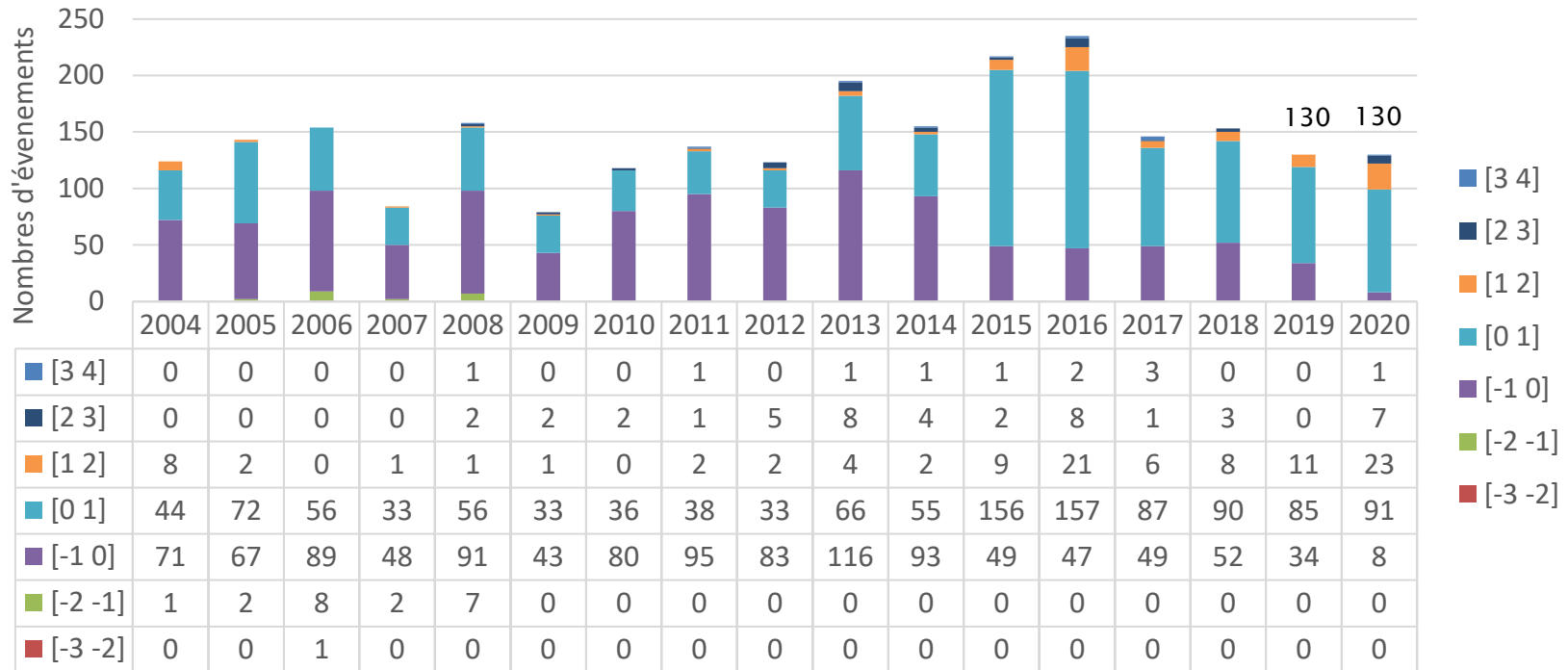
- ▶ Indice d'injectivité stable voire en légère augmentation entre 2011 et 2019 (légère incertitude liée à l'extrapolation de la pression de fond et acidification du puits en juin 2018).
- ▶ L'interprétation du *fall-off* test montre que le réservoir est homogène et limité par des failles. Ceci est cohérent avec la géologie et le comportement de la pression autour du puits qui est situé dans un bloc partiellement isolé du reste du cluster.

Suivi sismique (LA 405)

- ▶ 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 au puits LA405.
 - Quatre stations d'enregistrement (SQUID) de 4 géophones tri-axiaux sont situées à 300m, 350m, 400m, et 570m MD
 - Contrat de diagnostic de l'état de l'appareillage, de récupération et d'interprétation des données
 - Livraison de rapports hebdomadaires / annuels et quinquennaux
 - Alertes et rapports évènementiels (pannes et évènements de plus forte sismicité)
 - Installation d'un module redresseur de signal en 2018 pour une meilleure identification des évènements basse fréquence
- ▶ Croisement des données avec le réseau sismique national (RENASS, CSEM, CEA) pour la magnitude des évènements d'amplitude > 2.5

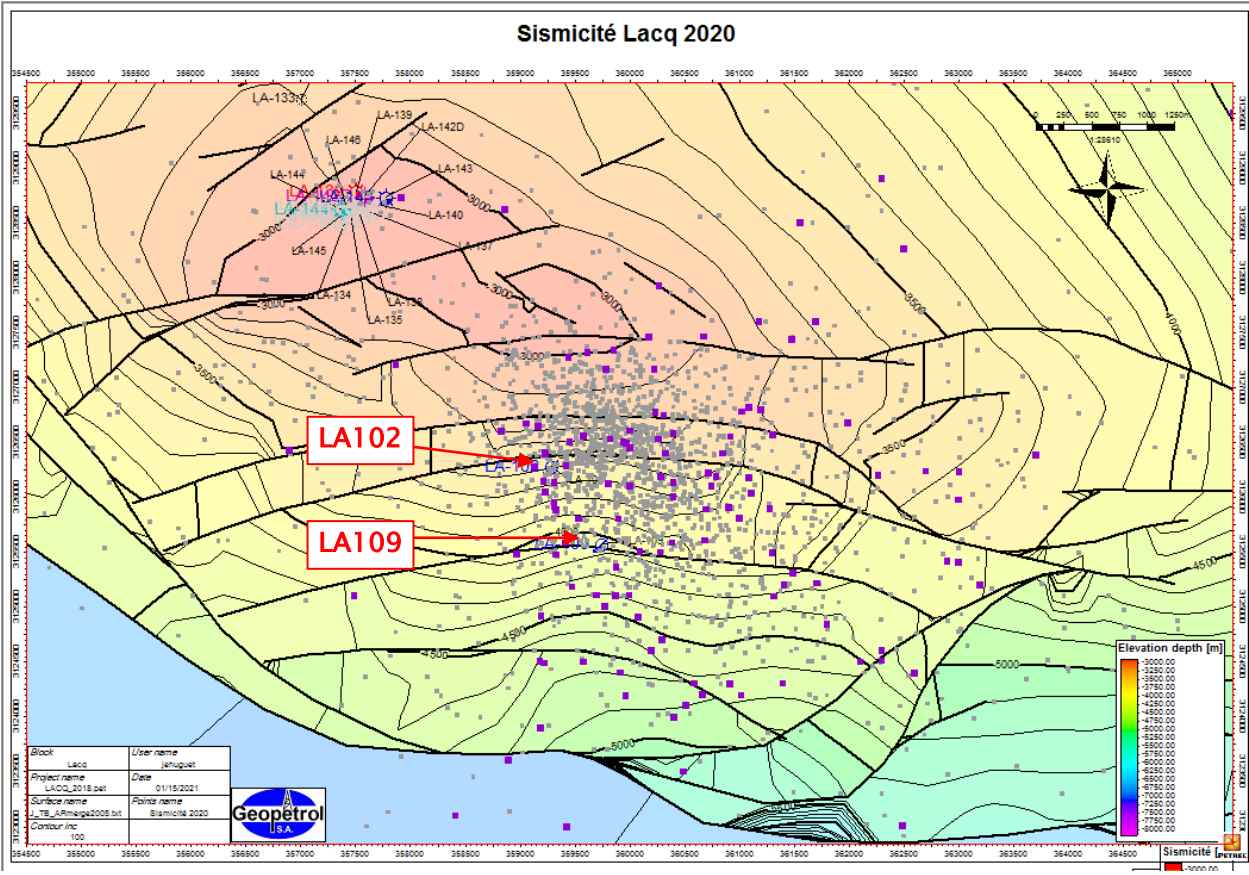
Suivi sismique

Nombre d'événements en fonction de la magnitude
2004 - 2020



- ▶ Stabilité du nombre d'évènements sismique entre 2019 et 2020
- ▶ 8 évènements ayant une magnitude supérieure à 2 (profondeur >> 8000m)

Localisation des évènements sismiques de 2004 à 2020

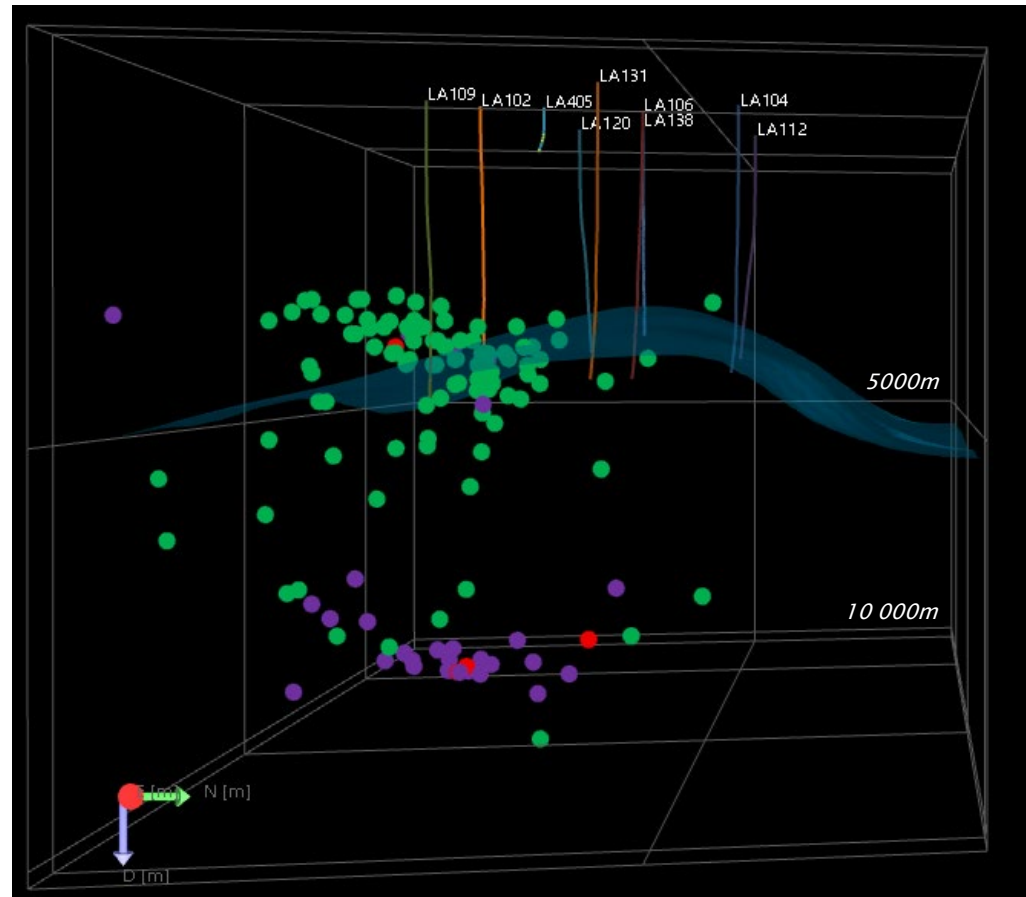


Les séismes se concentrent autour de la zone d'injection du C4000



Localisation des évènements sismiques en 2020

- ▶ Vue en 3D du réservoir de Lacq profond
- ▶ Localisation des évènements sismiques enregistrés en 2020 représentés par les sphères:
 - En vert: les évènements de magnitude < 1
 - En violet: les évènements de magnitude entre 1 et 2
 - En rouge: les évènements de magnitude > 2



Les évènements sismiques de très faible magnitude (<1) se concentrent dans la zone du C4000

Perspectives 2021

- ▶ Fin des travaux d'entretien de la passerelle P3bis :
 - ✓ Réfection de la protection anticorrosion des câbles de la passerelle
- ▶ LA102: tests d'injectivité et traitement à l'acide pour tenter d'améliorer l'indice d'injectivité
- ▶ Poursuite des études aux C4000 concernant les interventions sur les puits LA102 et LA109 en concertation avec les industriels bénéficiaires

Merci de votre attention

