

**SALINS DES LANDES**

**FORAGE SDL1  
RAPPORT DE FIN DE FORAGE  
ET DE FERMETURE  
DÉFINITIVE DU PUIT**

**DIRECTION GAZ**



**POUR TOUTE INFORMATION COMPLÉMENTAIRE,  
VOUS POUVEZ CONTACTER :**

Direction Gaz  
Tour EDF  
20, Place de la Défense  
92 050 Paris la Défense cedex

Contact : M. Fabien FAVRET - Chef de Projet  
fabien.favret@edf.fr  
Sylvain BACLE - Chargé d'affaires  
sylvain.bacle@edf.fr



# **FORAGE SDL1 RAPPORT DE FIN DE FORAGE ET DE FERMETURE DÉFINITIVE DU PUIITS**





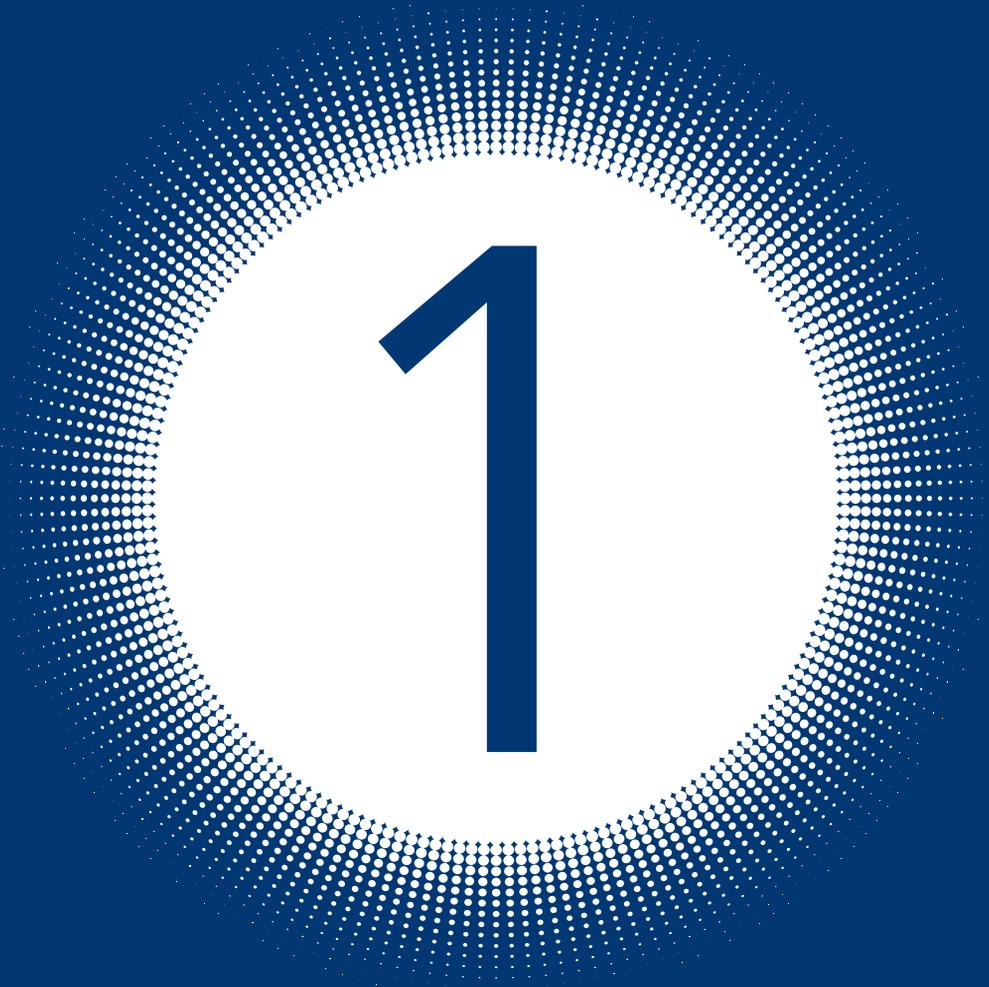


## SOMMAIRE

<b>1. INFORMATIONS GENERALES</b>	<b>8</b>
1.1 Cadre réglementaire	8
1.2 Objectifs	8
1.3 Emplacement du puits	8
1.4 Données du puits	8
1.4.1 Type de puits	9
1.4.2 Têtes de puits	9
1.4.3 Coupe de puits	9
1.4.4 Profil du puits et tubage	9
1.4.5 Caractéristiques des tubages	9
1.4.6 Résumé de la géologie	10
1.4.7 Programme de boue	10
1.5 Sécurité	10
1.5.1 Bilan Sécurité	10
1.5.2 Accueil sécurité nouvel arrivant	10
1.5.3 Pre-job meeting	11
1.5.4 Exercice d'évacuation et incendie	11
1.5.5 Contrôle d'accès	11
1.5.6 Réunion hebdomadaire	11
1.5.7 Certifications des équipements	11
1.5.8 Pré réception, réception et tests des équipements	11
1.5.9 Permis de travail	12
1.5.10 Surveillance et alerte gaz	12
1.6 Environnement	12
1.7 Organisation des sociétés intervenantes	13
1.7.1 Supervision du forage	13
1.7.2 Société de forage	13
1.7.3 Supervision HSE	13
1.7.4 Supervision fluides de forage	13
1.7.5 Mud logging	13
1.7.6 Cimentation	14
1.7.7 Carottage	14
1.7.8 Diagraphies	14
1.7.9 Vissage du tubage et fourniture du bridge plug	15
1.7.10 Evacuation des solides et des liquides	15
1.7.11 Société de grutage	15
1.7.12 Fishing / Découpe de casing	15
<b>2. RESUME DES TRAVAUX</b>	<b>20</b>
2.1 Résumé des travaux de forage du puits SDL1	20
2.1.1 Phase 17" 1/2	20
2.1.2 Phase 12" 1/4	21
2.1.3 Phase Carottage 8" 1/2	22
2.2 Résumé des travaux de fermeture définitive du puits SDL1	24
<b>3. RETOUR D'EXPERIENCE</b>	<b>30</b>
3.1 Fluides de forage	30
3.2 Cimentation – Analyse des diagraphies	30
3.3 Choix des outils	30
3.4 Carottage	31
3.5 Gestion / évacuation des déblais et des fluides de forage	31



<b>4. RESULTATS GEOLOGIQUES</b>	<b>36</b>
4.1 Généralités	36
4.1.1 Introduction et contexte géologique	36
4.1.2 Implantation du forage	36
4.1.3 Attendus du forage	36
4.1.4 Coupe technique	37
4.2 Opérations	37
4.2.1 Surveillance géologique	37
4.2.2 Diagraphies	37
4.2.2.1. Phase 17" 1/2	37
4.2.2.2. Phase 12" 1/4	38
4.2.2.3 Phase 8" 1/2	38
4.3 Stratigraphie et lithologie	38
4.3.1 Lithologie pré-salifère : CAP ROCK	38
4.3.2 Lithologie salifère : Diapir	39
4.4 Carottages	41
4.5 Diagraphies	42
4.5.1 Résumé des opérations	42
4.5.2 Bilan des mesures	43
4.5.2.1. Diamètre du trou	43
4.5.2.2. Gamma ray	43
4.5.2.3. Sonic, Densité et Porosité Neutron	44
4.5.2.4. Contrôle des cimentations	45
4.6 Conclusions	45
<b>5. CONCLUSION</b>	<b>50</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>53</b>
<b>ANNEXES POUR LE FORAGE DU Puits SDL1</b>	
ANNEXE 1 : Programme de forage du SDL1	56
ANNEXE 2 : Coupe du puits après forage	75
ANNEXE 3 : Courbe d'avancement du forage	77
ANNEXE 4 : Tubages	79
ANNEXE 5 : Cimentations des tubages	83
ANNEXE 6 : Tableau des carottages	87
ANNEXE 7 : Plan d'implantation de l'appareil de forage	89
ANNEXE 8 : Têtes de puits	91
<b>ANNEXES POUR LA FERMETURE DU Puits SDL1</b>	
ANNEXE 9 : Compte rendu de la DRIRE sur les évolutions du programme de fermeture du puits SDL1 (réunion du 26 mars 2010)	95
ANNEXE 10 : Lettre de la DREAL du 20 septembre 2010	99
ANNEXE 11 : Programme d'abandon du puits SDL1	103
ANNEXE 12 : Coupe de fermeture définitive du puits SDL1	113
ANNEXE 13 : Test du premier bouchon de ciment de fond	115



1

**INFORMATIONS  
GÉNÉRALES**





## SOMMAIRE

### INFORMATIONS GÉNÉRALES

<b>1. INFORMATIONS GÉNÉRALES</b>	<b>8</b>
1.1 Cadre réglementaire	8
1.2 Objectifs	8
1.3 Emplacement du puits	8
1.4 Données du puits	8
1.4.1 Type de puits	9
1.4.2 Têtes de puits	9
1.4.3 Coupe de puits	9
1.4.4 Profil du puits et tubage	9
1.4.5 Caractéristiques des tubages	9
1.4.6 Résumé de la géologie	10
1.4.7 Programme de boue	10
1.5 Sécurité	10
1.5.1 Bilan Sécurité	10
1.5.2 Accueil sécurité nouvel arrivant	10
1.5.3 Pre-job meeting	11
1.5.4 Exercice d'évacuation et incendie	11
1.5.5 Contrôle d'accès	11
1.5.6 Réunion hebdomadaire	11
1.5.7 Certifications des équipements	11
1.5.8 Pré réception, réception et tests des équipements	11
1.5.9 Permis de travail	12
1.5.10 Surveillance et alerte gaz	12
1.6 Environnement	12
1.7 Organisation des sociétés intervenantes	13
1.7.1 Supervision du forage	13
1.7.2 Société de forage	13
1.7.3 Supervision HSE	13
1.7.4 Supervision fluides de forage	13
1.7.5 Mud logging	13
1.7.6 Cimentation	14
1.7.7 Carottage	14
1.7.8 Diagraphies	14
1.7.9 Vissage du tubage et fourniture du bridge plug	15
1.7.10 Evacuation des solides et des liquides	15
1.7.11 Société de grutage	15
1.7.12 Fishing / Découpe de casing	15





# 1. INFORMATIONS GÉNÉRALES

## 1.1. Cadre réglementaire

Le puits SDL1 a été réalisé dans le cadre du permis exclusif de recherches de stockage souterrain de gaz naturel dit "Salins des Landes", attribué à EDF SA par arrêté ministériel du 27 juillet 2009. Les travaux de forage SDL1 ont été conduits conformément au dossier de déclaration déposé par EDF SA et à l'arrêté sur la déclaration de forage délivré par le préfet des Landes le 13 octobre 2009.

Le présent rapport de fin de forage et de fermeture définitive du puits SDL1 s'inscrit dans le cadre des prescriptions de l'article 10 de l'arrêté du 13 octobre 2009 sur la déclaration de forage dans le cadre du permis de recherches Salins des Landes. Il tient compte des remarques des services de la DREAL adressées sur une version antérieure du rapport courant juillet 2010.

Ce document tient également lieu de rapport de fermeture du puits au titre du Règlement général des industries extractives (Titre Forages).

Ce rapport rappelle quels étaient les objectifs poursuivis et décrit les travaux effectués et les enseignements qu'il convient d'en tirer.

## 1.2. Objectifs

Le puits SDL1 est le premier puits vertical d'exploration d'EDF dans le cadre du projet Salins des Landes, projet de développement d'un stockage souterrain de gaz naturel en cavités salines dans le sud des Landes.

Ce premier puits d'exploration a donc pour objectif de caractériser la nature des terrains traversés afin d'identifier un intervalle favorable pour la création de cavités de stockage.

## 1.3. Emplacement du puits

Le puits est implanté :

- Département : Les Landes
- Commune : Pouillon (40350)
- Lieu-dit : Chemin de Montpeyroux (Loustalot)
- Coordonnées de la tête de puits (LAMBERT III Zone Sud) :
  - X : 376 826,34
  - Y : 6 290 151,11
  - Z : 64,54 m

## 1.4. Données du puits

Toutes les profondeurs de ce document sont données par rapport au sol.

### 1.4.1. Type de puits

Ce puits d'exploration n'avait pas fonction à être converti en puits d'exploitation, sa fermeture définitive a été réalisée dès la fin de son forage.

Il s'agit d'un puits vertical avec carottage continu à partir de 700 m jusqu'à la côte finale. La profondeur totale du puits initialement prévue à 1-500 m, puis allongée à 2 000 m, a finalement été arrêtée à 1 954 m.





### 1.4.2. Têtes de puits

La tête de puits (décrite en Annexe 11) est composée d'une partie "well-head" qui en partie basse est vissée sur le tubage 13-3/8" et en partie haute reçoit en cours de forage les blocs obturateurs de puits (B.O.P.), puis en phase finale du forage la "Christmas tree" qui permet de contrôler l'accès au puits.

Cet ensemble de tête de puits a permis dans la phase de fermeture définitive du puits d'assurer les tests en pression des bouchons de ciments.

Cette tête de puits a été démontée en phase finale de la fermeture définitive du puits.

### 1.4.3. Coupe de puits

L'architecture de la coupe du puits SDL1 ainsi que les différents niveaux géologiques rencontrés sont joint en Annexe 2.

### 1.4.4. Profil du puits et tubage

Diamètre de forage	Profondeur forée	Diamètre du tubage	Profondeur du sabot
17 1/2"	240 m	13-3/8"	237 m
12-1/4"	700 m	9-5/8"	697 m
8-1/2"	1954 m	NA	NA

### 1.4.5. Caractéristiques des tubages

<b>Diamètre du tubage</b>	13-3/8"	9-5/8"
<b>Grade acier</b>	K55	K55
<b>Poids</b>	54,5 ppf	36 ppf
<b>Connexion</b>	BTC	BTC
<b>Couple de serrage N.m</b>	N/A	N/A
<b>Drift</b>	316,5 mm	222,6 mm
<b>Capacité (Vol. Int.)</b>	80,64 l/m	40,33 l/m
<b>Volume extérieur</b>	90,65 l/m	46,94 l/m
<b>Résistance à l'éclatement</b>	18,9 MPa	24,3 MPa
<b>Résistance à l'écrasement</b>	7,8 MPa	14 MPa
<b>Tension limite</b>	380 000 daN	251 000 daN





#### 1.4.6. Résumé de la géologie

Formation	Nature	Top / sol (m)
Cap rock	Argile / Gypse	8-217 m
Diapir	Sel avec des intercalations d'insolubles	A partir de 217 m

#### 1.4.7. Programme de boue

##### *Phases 17" ½ et 12" ¼ (de 30 m jusqu'à 700 m)*

Cet intervalle a été foré en boue salée saturée jusqu'au toit du sel.

Le but principal de ce fluide est d'assurer un bon nettoyage du puits par l'évacuation conséquente des déblais aux vibrateurs. Pour ce faire, la viscosité de la boue a été maintenue par l'ajout de PAC-R.

La dureté de l'eau de fabrication a été traitée au préalable par de la soude caustique afin d'optimiser le gonflement de l'attapulgite.

Le sel a été ajouté au système de manière à assurer la saturation de la boue avant 180 m. On a contrôlé et maintenu un filtrat par du FLOTROL afin d'éviter tout problème d'invasion d'eau du fluide dans la formation et de cavage avec effondrement.

La saturation de la boue a été maintenue par ajout de sel, ceci afin d'éviter tout cavage du puits.

##### *Phase 8" ½ :*

Cet intervalle a été foré en boue à l'huile de type minéral Versaclean MK II, dont l'huile de base est de la Surdyne B 140.

Là où le brut et le gazole comportent environ 30 à 70 % d'aromatiques (molécule polluante, cancérigène et néfaste à l'environnement), les huiles "Clean et Minérale" comme la Surdyne B 140 (SHELL) n'en comportent pas.

La boue à l'huile a été mise en place avant le reforage du ciment, après la pose du casing 9"5/8.

### 1.5. Sécurité

#### 1.5.1. Bilan Sécurité

Aucun incident ni accident n'ont été à déplorer sur ce chantier.

#### 1.5.2. Accueil sécurité nouvel arrivant

Une présentation des risques spécifiques du site et des opérations a été assurée pour chaque nouvel arrivant par le superviseur sécurité GEOSTOCK.





### **1.5.3. Pre-job meeting**

Chaque opération spécifique réalisée ponctuellement (descente de tubage, cimentation, gerbage & dé-gerbage des BHA...) a fait l'objet d'une réunion sécurité avec tous les intervenants de toutes les entreprises concernées. L'objet de cette réunion était d'expliquer dans le détail les opérations à venir, coordonner les actions et définir les rôles de chacun, passer en revue les risques liés à l'activité et répéter les consignes de sécurité.

### **1.5.4. Exercice d'évacuation et incendie**

Des exercices d'évacuation (risques gaz) et incendie ont eu lieu régulièrement avec toutes les entreprises présentes sur le chantier.

Cet exercice permet de rappeler les procédures d'évacuation et d'évaluer le comportement des équipes incendie (COFOR).

### **1.5.5. Contrôle d'accès**

Chaque intervenant sur site signalait son arrivée et son départ du site au personnel du poste de garde (entreprise SECURITAS). Ainsi le personnel SECURITAS était en mesure de communiquer à tout moment les personnes présentes sur site, et en cas d'évacuation de s'assurer que personne ne manquait à l'appel.

### **1.5.6. Réunion hebdomadaire**

Les travaux ont été suivis par le Coordonnateur SPS de la société BUREAU VERITAS qui effectuait a minima une visite hebdomadaire afin de s'assurer que les opérations étaient conduites conformément aux règles de sécurité, d'hygiène et d'environnement.

### **1.5.7. Certifications des équipements**

La certification des équipements le nécessitant était classée dans le dossier RGIE du chef de chantier COFOR. Ces dossiers étaient disponibles pour consultation sur site. L'équipe de supervision HSE GEOSTOCK a porté un œil très attentif sur ces registres tout au long du chantier et s'est assuré que tous les documents nécessaires étaient en règle (certificats de conformité de l'appareil, formation du personnel, vérifications périodiques des instruments de levage...).

### **1.5.8. Pré-réception, réception et tests des équipements**

Avant son arrivée sur site, le maître d'ouvrage (EDF) et le maître d'œuvre (GEOSTOCK) ont fait une pré-réception de l'appareil de forage en opération sur le site de son client précédent (visite sur le site ARKEMA à Vauvert). Cette visite préliminaire a eu pour but de vérifier la conformité de l'appareil





de forage avec le RGIE et les standards imposés par EDF et GEOSTOCK. Cette visite a permis d'anticiper les travaux et les modifications à réaliser sur l'appareil pour satisfaire aux critères imposés.

Ensuite, avant le démarrage des opérations, l'installation a été réceptionnée par l'APAVE pour l'électricité et la mise à la terre, ainsi que pour les équipements de levage. Les outils de fond ont été vérifiés périodiquement par l'ISO avec des tests magnétiques.

La supervision GEOSTOCK a assuré le suivi de la liste de réception.

### **1.5.9. Permis de travail**

Les travaux spéciaux ont fait l'objet d'ouverture de permis de travail. Sont concernés principalement les travaux à chaud, les travaux en espace confiné, les travaux en hauteur ou autres nécessitant la préparation de l'intervention : protection individuelle, protection collective, ainsi que des moyens ou organisations appropriés. (Surveillance permanente ou autre...).

### **1.5.10. Surveillance et alerte gaz**

Ce rôle est assuré par le titulaire du marché mudlogging (GEO-RS).

Il comprend :

- la surveillance des paramètres de forage (en particulier le niveau des bacs, le gaz total),
- l'installation de 2 détecteurs H<sub>2</sub>S (à l'extérieur de la cave et dans la ligne de gaz) associés à des alarmes visuelles jaunes et sonores de niveau 1. (alarmes déclenchées par seuil ou manuellement),
- l'installation de 2 détecteurs CH<sub>4</sub> (plancher et goulotte) associés à des alarmes visuelles bleues et sonores de niveau 1. (alarmes déclenchées par seuil ou manuellement).

## **1.6. Environnement**

Compte tenu du risque environnemental lié à l'utilisation de boue salée saturée puis de boue à base d'huile, des dispositions spéciales ont été prises pour éviter tout épandage de ces fluides dans la nature :

- la plate-forme a été réalisée étanche et les zones à risque étaient entourées d'un merlon et équipées de regards. Ces regards étaient vidés vers le bourbier dès que nécessaire pour éviter tout débordement et contamination des alentours en particulier des bassins d'orage,
- des bassins d'orage étaient voués à la récupération des eaux provenant de la zone non étanche de la plate-forme en cas de fortes pluies. Ces bassins étaient équipés d'un déshuileur. Les eaux de ces 2 bassins étaient analysées pour écarter tout doute sur leur nocivité avant d'être rejetées dans la nature.





## 1.7. Organisation des sociétés intervenantes

### 1.7.1. Supervision du forage

La supervision des opérations était assurée par GEOSTOCK. L'équipe était composée de 2 personnes évoluant en 2 postes de 12h sur site et d'un super-intendant effectuant un suivi quotidien depuis les bureaux GEOSTOCK et des visites sur site pour les opérations délicates.

### 1.7.2. Société de forage

La société contractée était COFOR avec l'appareil MR 7500. L'équipe était organisée en 3 postes de 6 personnes (3x8h/jour) sous la tutelle d'un chef de chantier présent sur site la journée et joignable 24h/24. Le mécanicien, 2 personnes de surface ainsi qu'un ouvrier supplémentaire assigné au nettoyage de l'appareil (à la demande de EDF) étaient en poste pendant la journée.

### 1.7.3. Supervision HSE

Un superviseur de la société GEOSTOCK étaient présent sur site 7j/7 en poste de journée. Sa fonction était de faire l'accueil sécurité des nouveaux arrivants sur le site, d'inspecter le site, de veiller au respect des règles de sécurité pendant les opérations et de rédiger les procédures HSE. Il rédigeait également les rapports HSE et était en relation continue avec le coordonnateur SPS.

### 1.7.4. Supervision fluides de forage

La société M.I. SWACO était en charge de la supervision de la boue de forage. Elle fournissait également les produits chimiques pour la fabrication de celle-ci.

### 1.7.5. Mud logging

La société GEO-RS réalisait la prise et l'analyse d'échantillons géologiques. GEO-RS était également en charge du suivi et de la restitution des paramètres (paramètres de forage, volume des bassins...) sur des écrans de contrôle situés dans la cabine GEO-RS, dans le bureau du superviseur GEOSTOCK et au niveau du chef de poste COFOR sur le plancher de forage.

C'est GEO-RS qui récupérait les carottes en sortie du tube intérieur, les marquait (génératrices), les décrivait, les emballait, et les rangeait.

L'équipe de base était composée de 3 mud loggers répartis en poste de 8h et d'un géologue qui supervisait ces 3 équipes en poste de jour.

Pour la phase de carottage continu, les équipes de GEO-RS ont été renforcées, 3 équipes de 3 personnes (sample catcher, mud logger et géologue) étaient en charge du suivi des paramètres en continu ainsi que de l'analyse et de la description des carottes.





### 1.7.6. Cimentation

La société HALLIBURTON fournissait le service de cimentation. Du personnel et des équipements spéciaux ont été mis à disposition sur site pour réaliser ces travaux de cimentation.

Les rapports de cimentations sont joint en annexe 5.

### 1.7.7. Carottage

HALLIBURTON fournissait ce service avec une équipe sur site de 2 opérateurs évoluant en poste de 12h (jour et nuit). Ces opérateurs supervisaient l'assemblage du carottier (tubes intérieurs et extérieurs), le carottage en étroite collaboration avec le chef de poste puis l'extraction des tubes intérieurs et de la carotte.

### 1.7.8. Diagraphies

BAKER HUGHES est la société qui a été initialement choisie pour ce service. La première mesure par diagraphie réalisée sur le puits dans le découvert 17 1/2" a posé problème : Plus de 28h ont été nécessaires pour réaliser ces mesures au lieu des 12 prévues initialement. Il s'agissait d'un problème d'acquisition de données.

La raison de ces problèmes vient du fait que la société BAKER HUGHES n'a pas été en mesure d'obtenir dans les délais les autorisations de transporter les sources radioactives nécessaires, ce qui a conduit à utiliser une solution de remplacement (résonance magnétique). La solution de remplacement utilisée sur la première mesure n'ayant pas été satisfaisante, il a été décidé de changer de société pour réaliser les diagraphies suivantes.

La société SCHLUMBERGER a donc été choisie pour remplacer BAKER HUGHES lors des diagraphies suivantes, à commencer par les mesures du découvert 12-1/4" ainsi que du tubage 13-3/8". Pour sécuriser la récupération des données, la campagne de diagraphies du découvert 8-1/2" a volontairement été réalisée en 2 phases :

- une première phase après carottage jusqu'à 1 820 m,
- une seconde phase entre 1 820 m et la profondeur finale (1 954 m).

Lors de la première campagne de diagraphie du découvert 8-1/2", le caliper 6 bras a rencontré des problèmes de fonctionnement et seuls les enregistrements du caliper 2 bras ont pu être récupérés.

La dernière intervention de SCHLUMBERGER (diagraphies de 1 954 m à 1 820 m) s'est déroulée sans difficultés.





### **1.7.9. Vissage du tubage et fourniture du bridge plug**

La société WEATHERFORD a fourni le personnel et les équipements nécessaires aux opérations de vissage des casing 13-3/8" et 9-5/8". Cette société a également fourni le bridge plug (la pose a été effectuée par l'équipe wire line de SCHLUMBERGER).

### **1.7.10. Evacuation des solides et des liquides**

La société MI SWACO a fourni le personnel et les équipements nécessaires pour ce service. Principalement, il s'agissait de centrifugeuses, d'une benne, d'une pelle, d'une unité de floculation et de bacs de rétention afin de stocker et pré-traiter sur site les déblais avant évacuation du chantier.

### **1.7.11. Société de grutage**

L'entreprise MEDIACO a été contractée pour les opérations de grutage nécessaires sur le chantier, comme l'amenée des tubages au plancher. Cette entreprise gérait également les transports divers entre le site de forage et le lieu de stockage de carottes et d'équipements. L'envoi des échantillons de carottes vers les différents sites d'étude (géotechnique, lessivage...) a été assuré par MEDIACO.

### **1.7.12. Fishing / Découpe de casing**

La société NSC était en charge de la fourniture de l'opérateur et des outils de repêchage. Elle s'est occupée également de la découpe du casing 9" 5/8 (1 opérateur).







# 2

## RESUMÉ DES TRAVAUX





## **SOMMAIRE**

---

### **RÉSUMÉ DES TRAVAUX**

<b>2. RESUME DES TRAVAUX</b>	<b>20</b>
2.1 Résumé des travaux de forage du puits SDL1	20
2.1.1 Phase 17" 1/2	20
2.1.2 Phase 12" 1/4	21
2.1.3 Phase Carottage 8" 1/2	22
2.2 Résumé des travaux de fermeture définitive du puits SDL1	24





## 2. RESUMÉ DES TRAVAUX

### 2.1. Résumé des travaux de forage du puits SDL1

Sur la base du programme de forage du puits SDL1 (annexe 1) ainsi que sur les rapports journaliers de forage et sur les enregistrements GEO-RS, les principales étapes de ce programme sont :

- deux phases de forage destructif en 17" 1/2 de 8 m à 240 m et en 12" 1/4 de 240 m à 700 m avec prise de 2 carottes à 498 et 630 m puis mise en place respectivement d'un casing 13" 5/8 et d'un casing 9" 5/8,
- une phase de carottage en continu en 8" 1/2 de 700 m à 1 954 m, par passe de 18 à 27 m.

**Démarrage du forage : le 11 février 2010 à 16h00.**

**Fin des opérations le 19 avril à midi**

Les principales étapes d'avancement ont été les suivantes :

#### 2.1.1. Phase 17" 1/2

11-13/02/10 - Forage de 8 m à 240 m

Assemblage de la BHA N°1 17" 1/2, outil Reed 111, avec soupape, NBS 17" 1/2, DC 8", Stab 17" 1/2, 3 DC 8", XO, 6 DC 6" 1/2.

Les paramètres de forage ont été augmentés au fur et à mesure que l'on s'éloignait du sabot du tubage 20".

Wiper trip avec changement d'outil pour cause d'usure légère.

Reprise du forage de 102 m à 240 m, chute de l'avancement en entrant dans le sel à 216 m (9 m/h à 4 m/h).

Paramètres de forage : Po : 6 à 10 t, Q = 1500 – 3000 l/min, RPM = 60 / 70 tr/min.

Pas de traction en remontée.

14/02/2010 - Diagraphies électriques (de 0 à 240 m)

Trois mesures ont été effectuées dans le découvert 17-1/2" :

- Run 1 : Gamma ray, Résistivité
- Run 2: Gamma ray, Sonic =, Caliper 6 bras
- Run 3: Résonnance magnétique nucléaire

Plus de 28 heures ont été nécessaires pour réaliser ces mesures alors que les prévisions donnaient un temps de 12h. Des problèmes techniques sur le matériel d'acquisition des données BAKER HUGHES sont à l'origine de ce retard.

15-16/02/2010 - Descente de tubage 13 3/8" et cimentation

Opérations réalisées dans la journée du 15. Attente de prise ciment le 16. Les sociétés Weatherford et Mediacore ont permis de descendre le tubage, et la société Halliburton est intervenue pour le pompage du ciment. La cimentation a été réalisée conformément au programme, avec un laitier de tête et un





laitier de queue. Le retour en surface a été observé.

#### 17/02/2010 - Montage des BOP

Montage des BOP (BOPs annulaire, double mâchoires), des choke line et kill line et du choke manifold.

Tests OK : 5 min à 20 b et 15 min à 50 bar.

### 2.1.2. Phase 12" 1/4

#### 18-20/02/2010 - Forage phase 12 1/4" jusqu'à 498 m

Forage du ciment de 222,8 à 240 m

FIT (Pr = 8 b, deq = 1,6) OK

Reprise du forage de 240 à 270 m (sortie des stabilos du sabot)

Paramètres : Po : 7-8 t, RPM : 70, débit = 1500 - 1800 l/min, avt = 5 - 6 m/h

Forage de 270 à 498 m

Paramètres : Po : 10 - 14 t, RPM : 100 - 120, Débit : 2100 l/min, avt = 4 - 12 m/h

Enjeu : limiter les vibrations en surface en jouant sur les paramètres pour limiter le bruit et préserver le voisinage. De moins en moins d'argile, de plus en plus de sel, avancement constant à partir de 400 m : 6 m/h.

#### 20-22/02/2010 – Carottage K1 (31 heures d'opération)

Remontée de l'outil au jour

Descente du carottier

Forage de la carotte de 498 m à 507 m (3h45)

Remontée du carottier au jour.

Récupération de la carotte : 100 %

Descente au fond pour alésage de la passe carottée avec le même outil.

#### 22-24/02/2010 – Alésage puis forage jusqu'à la cote de carottage 630 m

Alésage de la passe carottée en forage contrôlé au couple de 498 m à 507 m.

Paramètres : WOB : 4-5 t, Q = 2200 l/min, RPM : 100-120, couple : 400 m kg,

Avancement : 4 m/h

#### Forage de 507 m à 630 m

Paramètres : WOB : 12-14 t, RPM : 100-120, Débit : 2100-2200 l/min,

Avancement : 1,5 à 4 m/h.

La cote carottage prévue à 600 m a été décalée car les formations rencontrées étaient des argiles et des dolomies. Il a été noté une augmentation épisodique du couple et ralentissement net de l'avancement. Après 5 m de bon sel rencontré entre 625 m et 630 m, le carottage a été déclenché.

#### 24-25/02/2010 – Carottage K2 (22 heures d'opération)

Remontée de l'outil au jour

Descente du carottier à 630 m.

Carottage de 630 m à 639 m (5h00)

Remontée du carottier au jour

Récupération de la carotte : 100 %

Descente au fond pour alésage de la passe carottée avec le même outil.

#### 25/02/2010 – Alésage puis forage jusqu'à 700 m, cote de tubage 9-5/8" (24 heures d'opération)





Alésage de la passe carottée en forage contrôlé au couple de 630 m à 639 m.  
Paramètres : WOB : 4-5 t, Q = 2200 l/min, RPM : 100-120, couple : 400 m kg,  
Avancement : 3 m/h

#### Forage de 639 m à 700 m

Paramètres : WOB : 12-14 t, RPM : 80-120, Débit : 2100-2200 l/min, 130 bar.  
Avancement : 3 à 5 m/h.

Un contrôle de trou a été effectué jusqu'au sabot du tubage 13-3/8".

Aucun frottement n'a été enregistré.

#### 26/02/2010 - Diagraphies électriques

3 séries de mesures ont été faites pour la phase 12" ¼ :

- Run 1 : Gamma ray, Sonic (P & S), Caliper 6 bras (de 223 à 702 m)
- Run 2 : CBL, VDL du 13 3/8" (de 0 à 237 m)
- Run 3 : Diagraphies nucléaires (de 223 à 702 m)

Quatre mesures ont été effectuées dans le découvert 12-1/4" et le tubage 13-3/8". Les opérations ont été conduites par SCHLUMBERGER de façon satisfaisante. 15h30 ont été nécessaires, y compris installation et démontage.

#### 26-27/02/2010 - Descente de tubage 9-5/8" et cimentation

Les opérations de tubage et cimentation ont été réalisées les 26 et 27 février avec la participation des sociétés WEATHERFORD et MEDIACO pour le tubage, ainsi que de la société HALLIBURTON pour la cimentation. Les opérations ont été réalisées conformément aux prévisions, le tubage est descendu sans frottement excessif, et le ciment a été pompé comme prévu, sans retour en surface.

#### 27-28/02/2010 – Attente prise ciment et montage des B.O.P.

Pendant l'attente de prise ciment, les opérations de montage des B.O.P. ont été réalisées du 27 au 28 / 02. Ces opérations ont été ralenties par le passage de la tempête Xynthia nécessitant la mise en sécurité de l'appareil de forage. Des vents à plus de 100 km/h ont été enregistrés sur le chantier, mais aucun dégât n'a été à signaler.

Les opérations ont pu reprendre normalement et les B.O.P. ont été testés 5 min à 20 bar et 15 min à 140 bar.

### 2.1.3. Phase Carottage 8" 1/2

#### 01-02/03/2010 – Montage Top Drive, changement de boue et reforage ciment

Pour les opérations de carottage, il a été décidé d'installer la top drive, ce qui permet de carotter 18 m directement, sans reprise au milieu pour l'ajout d'une tige de forage. Une fois la top drive installée, l'outil de forage 8-1/2" a été descendu. La boue salée saturée a été remplacée par de la boue à l'huile synthétique. L'opération de transfert de boue a nécessité une logistique adaptée pour gérer les volumes de boue à évacuer du site.





Reforage ciment :

Le ciment, les équipements (sabot et anneau) ont été reforés, ainsi qu'un espace de 9 m sous le sabot ont été forés afin de permettre la descente du carottier.

Test de formation :

Un test en pression de la formation sous le sabot a été réalisé, la formation est étanche avec 57 bar en tête, soit une densité équivalente de 1,8.

### 03/03/2010-13/04/2010 – Carottage K3 à K52 de 707 m à 1954 m (voir annexe 6)

Le carottage en continu a démarré à 707 m avec la top drive et un double carottier (18 m). Avant chaque remontée un bouchon lourd a été pompé (performance optimale avec 1,5 m<sup>3</sup> pompé de boue avec 0.2 de densité supplémentaire).

Les 5 et 6 Mars les opérations ont été arrêtées à cause d'un problème mécanique sur la top drive. Aucune solution n'ayant été trouvée, il a été décidé de reprendre les opérations avec la tige carrée.

Jusqu'au 11 Mars, les avancements ont été variables : 1 à 6 m/h en fonction de la géologie. En effet, le sel assez impur possédait beaucoup d'intercalations d'argile, d'anhydrite plus indurée impactant les avancements.

Le 11 Mars, à partir de la carotte K13 (carottage à partir de 870 m) le carottier a été augmenté de 18 à 27 m. Cela a coïncidé avec des avancements très nettement supérieurs relatif à des passages de sel plus pur.

Les centrifugeuses ne sont pas utilisées pour cette phase tant que la densité n'augmente pas au-delà de 1,20. Elles sont utilisées en fin de phase pour retirer les solides de la boue et rendre celle-ci réutilisable.

Le 23 Mars, la tête d'injection a été changée pour être inspectée. Un arrêt a été nécessaire ainsi que l'intervention d'une grue.

A partir de la carotte K26, la reprise du fond a été plus difficile. Il a été nécessaire de re-forer la trace de la dernière carotte.

Par mesure de prévention, la boue a été alourdie de 1,2 à 1,3 puis à 1,4. Le temps de circulation en fin de carottage a été surveillé afin de s'assurer d'un nettoyage complet du puits.

Le forage de la carotte K36 a été écourté car le carottier a été "bourré" par les argiles forées. Ce problème a également perturbé l'extraction de la carotte.

Une première cote d'arrêt a été fixée à 1 819 m après la carotte K47 le 6 Avril. Le puits a été contrôlé avec la couronne de carottage avant de procéder aux diagaphies par SCHLUMBERGER





- Run 1 : Gamma ray, Sonic (P & S), pas de caliper 6 bras mais utilisation du caliper de l'outil de densité (problèmes de fonctionnement de l'outil), GPIT (mesure de déviation) (de 671 à 1822 m)
- Run 2 : Diagraphies nucléaires, caliper ppc (de 671 à 1822 m)
- Run 3 : CBL, VDL (de 240 à 700 m)

La décision a été prise de reprendre le carottage jusqu'à la cote 2000 m, cette reprise a eu lieu le 9 Avril.

La carotte K51 (1900 à 1927 m), récupérée le 12 Avril, présente un très fort taux d'insolubles. La décision a été prise d'arrêter les opérations après la carotte K52 (soit une cote finale de 1954 m).

A la fin du carottage (K52), un wipper trip a été effectué jusqu'à la cote 1800 m avant la remontée et le dégerbage du carottier.

2 mesures de diagraphies ont été réalisées (9h) de 1737 à 1954 m :

- Run 1: IS, BHC, GR
- Run 2: PEX, HNGS, LGH

## 2.2. Résumé des travaux de fermeture définitive du puits SDL1

S'appuyant sur le programme de fermeture définitive du puits SDL1 (annexe 13) ainsi que sur les rapports journaliers de forage et sur les enregistrements GEO-RS, les principales étapes d'avancements ont été les suivantes :

### **Début des opérations de fermeture définitive du puits : 13 avril 2010**

#### **Fin des opérations le 19 avril à Midi**

##### Déplacement de la boue (24h) :

Pompage d'un tampon de 3 m<sup>3</sup> d'huile de base suivi de 5 m<sup>3</sup> de bouchon lourd à base de saumure saturée puis 75 m<sup>3</sup> de saumure saturée 1,20 sg, Retour observé de 62 m<sup>3</sup> de boue à huile en surface puis de 25 m<sup>3</sup> d'interface huile/saumure.

Observation du puits (OK) puis pompage d'un bouchon lourd pour remontée des tiges.

##### Pompage du 1<sup>er</sup> bouchon de ciment + attente séchage du ciment (54h) :

Préparation et pompage à 775 m de 7 m<sup>3</sup> de laitier à 1,80 sg avec 1182 lbs de Microbond au débit de 600 L/min. Le ciment a été chassé avec 4500 L de saumure.

Démontage des BOP. Test du premier bouchon de ciment a 41 b pendant 15 min : OK. (annexe 16)

Descente avec la garniture et test de pose 2 t à 599 m : OK.

##### Pose du Bridge plug et découpe du 9 5/8" (24h) :

Installation équipe wire line SCHLUMBERGER.

Descente avec un calibre 8,103" et contrôle du CCL de 354m à 275m : OK

Descente du bridge plug WEATHERFORD pour casing 9" 5/8 à 304m.

Descente avec diffuseur et top du bridge plug à 304 m, posé 2t : OK.





Découpe du casing 9" 5/8 à 55m. avec pipe cutter (RPM : 80, Q : 1000l, Pr : 42 b)7  
Descente avec casing release spear et sortie des 55 m de casing.

**Pompage des 2nd et 3ème bouchons de ciment + attente prise ciment (28h) :**

Descente avec diffuseur pose sur Bridge plug 2 t OK à 304m.

Pompage à 303,5m d'un laitier de 7m<sup>3</sup> à 1,80 sg mixé avec du NF6 et CFR 8, débit 750 L/min, Pr:11 b, chasse avec 150 litres d'eau douce. Bouchon placé théoriquement entre 303,5 m et 150 m.

A 110m pompage de 10 m<sup>3</sup> d'eau claire.

Pompage de 7m<sup>3</sup> de laitier à 1,80 sg mixé avec du NF6 et CFR 8, débit 800 L/min, Pr:25 b, chasse avec 50 litres d'eau douce. Retour de ciment dans la cave après 6,6 m<sup>3</sup> pompé.

Top du bouchon de ciment à 7,3 m/sol.

Découpe du casing 13 3/8" au niveau du fond de cave.

Enlèvement du tube guide.

Pose d'une plaque soudée identifiant le puits sur le 13 3/8" .







3

**RETOUR D'EXPERIENCE**





## **SOMMAIRE**

---

### **RETOUR D'EXPÉRIENCE**

<b>3. RETOUR D'EXPERIENCE</b>	<b>30</b>
3.1 Fluides de forage	30
3.2 Cimentation – Analyse des diagraphies	30
3.3 Choix des outils	30
3.4 Carottage	31
3.5 Gestion / évacuation des déblais et des fluides de forage	31





## 3. RETOUR D'EXPERIENCE

### 3.1. Fluides de forage

Aucun problème particulier concernant la boue. Le programme défini avant les opérations (densité, viscosité...) a été tenu sans difficultés pour la boue salée saturée comme pour la boue à l'huile.

Boue à l'huile :

Des aménagements conséquents ont été nécessaires sur la plate-forme pour contenir les risques d'écoulement et l'épandage de boue à l'huile autour du site :

- bâchage intégral des zones critiques (pipe rack, skid de fabrication..),
- vidange régulière des regards des caniveaux (préalablement bouchés) vers le bournier pour éviter les déversements dans les bassins d'orage,
- installation de pédiluves en sortie des zones bâchées,
- pose d'un réceptacle sous la table de rotation du plancher pour récolter la boue perdue lors des manœuvres répétées,
- mise à disposition de carrés de papiers absorbants pour le personnel dans le bureau du chef de chantier et du superviseur GEOSTOCK.

Il est à noter l'efficacité de ces mesures, car la plate-forme de forage est restée remarquablement propre durant toute cette phase délicate.

Le début du carottage a commencé avec une densité de 0,96, elle a été alourdie au fur et à mesure des opérations par de la barite et les solides de la formation. Ainsi la densité de la boue est passée de 0,96 à 1,12 (800 m). Pour des raisons de tenue du puits, la densité de la boue à l'huile a été augmentée successivement de 1,12 à 1,22 (1 200 m), 1,22 à 1,32 (1 250 m), puis de 1,32 à 1,42 (1 300 m), de 1,42 à 1,48 (1 500 m), 1,48 à 1,54 (1 625 m) et 1,54 à 1,65 (1 800 m).

Les centrifugeuses ont été peu utilisées pour permettre à la densité de monter grâce aux solides de la formation et pour éviter tout dé-baritage de la boue.

### 3.2. Cimentation – Analyse des diagraphies

Les cimentations ont été effectuées de manière satisfaisante et conformément au programme.

Un CBL /VDL a été réalisé sur le cuvelage 13" 3/8 entre 237 m et la surface, ainsi que sur le cuvelage 9" 5/8 entre 697 m et la surface. Ces mesures ont montré une bonne qualité de cimentation entre la formation et le cuvelage.

### 3.3. Choix des outils

Les outils utilisés en forage destructif ont été satisfaisants.

Les 2 couronnes utilisées pour le carottage ont répondu aux attentes en terme d'avancement. De même, les taux de récupération des carottes ont été satisfaisants.





### 3.4. Carottage

Les résultats en termes de taux de récupération de carottes ont été très satisfaisants. Les divers changements techniques effectués n'ont pas affecté cette bonne récupération :

- le carottage avec la "top drive" ou avec la "kelly" a bien fonctionné (alors qu'il y a une connexion supplémentaire et donc une casse supplémentaire de la carotte),
- De même l'utilisation du triple carottier (27m) au lieu du double n'a pas été préjudiciable au niveau de la récupération (comme dans le cas précédent il y avait une connexion / casse supplémentaire).

### 3.5. Gestion / évacuation des déblais et des fluides de forage

Pendant le forage, les solides issus des vibrateurs et des centrifugeuses tombent dans une benne. Ils sont récupérés par la pelle présente sur le site puis déversés dans une benne où ils sont stabilisés avec du ciment afin d'être transportables en camions-bennes. Une fois consolidés, ces déblais sont repris à la pelle et reversés dans une troisième benne pour envoi vers un centre de traitement.

Cette procédure est mise en oeuvre par la société MI-SWACO qui gère également le transport vers les centres de traitement adaptés (solides, liquides, huileux, salés, banals), service sous-traité à la société SEOSSE TRANSPORT. Des bons de suivi des déchets industriels (B.S.D.I.) sont remplis avant de quitter le chantier afin de tracer les déblais jusqu'à leur exutoire final. Un bon de retour provenant de l'usine qui réceptionne les déchets est également émis et retourné à l'équipe de supervision. Les déchets doivent être rigoureusement suivis, leur traçabilité doit être établie de manière précise.







# 4

## RESULTATS GEOLOGIQUES





## **SOMMAIRE**

---

### **RÉSULTATS GÉOLOGIQUES**

<b>4. RESULTATS GEOLOGIQUES</b>	<b>36</b>
4.1 Généralités	36
4.1.1 Introduction et contexte géologique	36
4.1.2 Implantation du forage	36
4.1.3 Attendus du forage	36
4.1.4 Coupe technique	37
4.2 Opérations	37
4.2.1 Surveillance géologique	37
4.2.2 Diagraphies	37
4.2.2.1. Phase 17" 1/2	37
4.2.2.2. Phase 12" 1/4	38
4.2.2.3 Phase 8" 1/2	38
4.3 Stratigraphie et lithologie	38
4.3.1 Lithologie pré-salifère : CAP ROCK	38
4.3.2 Lithologie salifère : Diapir	39
4.4 Carottages	41
4.5 Diagraphies	42
4.5.1 Résumé des opérations	42
4.5.2 Bilan des mesures	43
4.5.2.1. Diamètre du trou	43
4.5.2.2. Gamma ray	43
4.5.2.3. Sonic, Densité et Porosité Neutron	44
4.5.2.4. Contrôle des cimentations	45
4.6 Conclusions	45





## 4. RESULTATS GEOLOGIQUES

### 4.1 Généralités

#### 4.1.1. Introduction et contexte géologique

Les études géologiques régionales conduites en 2007–2008 avec une analyse des données existantes (géologie de surface, forages de reconnaissance pétroliers ou miniers) et l'intégration d'informations obtenues auprès des exploitants de sel ont permis de retenir le diapir affleurant de Dax-Benesse situé dans le département des Landes comme un objectif prioritaire (bonne qualité du sel connue jusqu'à 500 m). La structure est située entre les villes de Dax et de Pouillon (Fig. 1). Elle s'allonge selon une direction NW-SE sur environ 10 km (largeur environ 4 km selon une direction SW-NE). Des affleurements de dolérites et de marnes Keupériennes sont observables sur la carte géologique de Dax.

En 2009, une nouvelle interprétation de lignes sismiques pétrolières (début des années 80) a permis d'identifier une zone cible, située dans la partie méridionale du diapir, à l'Est de Benesse, tenant compte des conditions environnementales (faible densité de l'habitat permettant l'implantation future d'un stockage de gaz naturel). L'épaisseur de « sel » au cœur du diapir devrait atteindre 4000 m. Les flancs du diapir sont abrupts.

#### 4.1.2. Implantation du forage

Le forage d'exploration Salins des Landes 1 (SDL 1) a été implanté sensiblement à égale distance des flancs SW, NE et SE soit environ 1 km, en bordure Sud de la zone devant permettre le développement futur d'un stockage. SDL 1 n'était pas destiné au développement d'une cavité de stockage.

#### 4.1.3. Attendus du forage

Après avoir traversé une couverture dont l'épaisseur devait être très proche de 200 m (nombreux points de contrôle), le forage devait traverser au minimum 1300 m de formation salifère pour atteindre une profondeur de 1500 m avec une option maxi d'approfondissement à 2000 m dans le cas où la qualité du sel ne serait pas optimale (on considère habituellement que la profondeur optimale d'implantation d'une cavité saline dans le but d'une utilisation pour stocker du gaz naturel se situe entre 1100 m et 1400 m).

Un important programme de carottage continu depuis 700 m jusqu'à la profondeur finale devait permettre de mener à bien des études très complètes en matière de géotechnique, géologie, chimie et lessivage afin de caractériser ce diapir.





Avant le carottage en continu, deux carottages intermédiaires devaient être effectués entre 500 m et 600 m afin de corrélérer les informations déjà obtenues sur les puits environnants et de définir la partie sommitale du diapir.

#### **4.1.4 . Coupe technique**

Une coupe technique du puits après forage est disponible en annexe 2.

### **4.2. Opérations**

#### **4.2.1. Surveillance géologique**

La surveillance géologique se fait par l'étude des cuttings au cours des phases destructives de forage (17" ½ et 12" ¼) puis par une première analyse visuelle des carottes remontées au jour.

#### **4.2.2. Diagraphies**

Quatre opérations de diagraphies ont été réalisées, soit une de plus que les phases forage. En effet, suite à la décision de poursuivre au-delà de 1800 m, il a été jugé nécessaire de réaliser une opération de diagraphies intermédiaires réalisée à 1820 m, pour garantir l'enregistrement des diagraphies dans la zone cible.

Le détail de ces opérations est décrit ci dessous.

##### **4.2.2.1. Phase 17" 1/2**

Les diagraphies ont été réalisées par la société BAKER basée au Pays Bas. (Rappelons que suite à la défaillance de BAKER HUGUES, seul un log de résonance magnétique nucléaire a été enregistré à la place de la combinaison Neutron/densité).

- XMAC-DLL-MLL (GR spectral, Dual Laterolog, Microrésistivité)
- DSL-BHP-GR (Sonique P et S, diamètre, GR)
- MREX-GR (Résonance Magnétique Nucléaire, GR)

Le but de l'enregistrement des résistivités était de caractériser la couverture. Les conditions de trou étaient excellentes.

Le temps d'opération a été extrêmement long pour une profondeur aussi faible (plus de 28 heures), principalement à cause de difficultés d'enregistrement de la diagraphie de résonance magnétique nucléaire.





#### 4.2.2.2. Phase 12" 1/4

Les diagraphies ont été réalisées par la société SCHLUMBERGER basée à Pau. Cette société a réalisé les opérations suivantes :

- EMC-DSI-GR (diamètre 6 bras, Sonique P et S, GR),
- PEX (TLD-CNL-GR)-HGNS (Density, Neutron, GR, G R spectral),
- UBI-GR (imagerie acoustique, GR).

Les enregistrements se sont déroulés sans problème. Les conditions de trou étaient excellentes.

Un log de cimentation CBL-VDL a aussi été réalisé au cours de cette opération sur le tubage 13" 3/8.

#### 4.2.2.3 Phase 8" 1/2

Phase de 700 à 1820 m le 8 avril 2010

- DSI-GR (Sonique P et S, GR).
- PEX (TLD-CNL-GR)-HGNS (Density, Neutron, GR et G R spectral).

Les enregistrements se sont déroulés sans problème sauf pour le diamètre 6 bras qui n'a pas pu être correctement enregistré. Le diamètre 1 bras du Densité pallie ce manque pour une part. Les conditions de trou étaient excellentes.

Un log de cimentation CBL-VDL a aussi été réalisé au cours de cette opération sur le tubage 9" 5/8.

Phase de 1820 m à 1955m le 13 avril 2010

- DSI-GR (Sonique P et S, GR).
- PEX (TLD-CNL-GR)-HGNS (Density, Neutron, GR et G R spectral)

Les enregistrements se sont déroulés sans problème. Les conditions de trou étaient excellentes (diamètre du Densité).

### 4.3. Stratigraphie et lithologie

#### 4.3.1. Lithologie pré-salifère

Le gypse représente la lithologie principale (jusqu'à 90% vers 125 m) généralement sous forme compacte, translucide (rarement fibreux ou saccharoïde).

La partie supérieure de la couverture, jusqu'à 40 m est la plus franchement argileuse (pourcentage d'argile poche de 100% vers 35 m) bien que du gypse ait été identifié très près de la surface. Il s'agit d'argiles rouges.

Deux autres intervalles au contenu argileux importants (50%) se situent entre 160 et 170 m et entre 200 et 210 m. Les argiles sont rouges mais également verdâtres ou blanchâtres.





Entre 150 et 160 m, on note des niveaux à forte résistivité pouvant traduire la présence de dolomie. La présence d'anhydrite à cette profondeur ne semble pas être envisageable.

La dolomie est également signalée vers la base sporadiquement sur le log chantier mais il est difficile de lui attribuer des intervalles précis avec les diagraphies.

Pour les intervalles les plus franchement gypseux, on note un temps de parcours du son significativement différent entre la partie supérieure (90 à 100  $\mu\text{sec./ft}$  de 40 à 100 m) et la partie inférieure (130  $\mu\text{sec./ft}$  de 125 à 200 m). La présence d'une microporosité dans la partie inférieure pourrait expliquer ces différences.

Les résistivités montrent une diminution importante juste au-dessus du sel pouvant traduire la présence d'eau salée qui ne paraît pas être mobile (superposition des résistivités).

#### 4.3.2. Lithologie salifère : Diapir

La description suivante est reprise du rapport référencé de GEO-RS.

De 217 m à 270 m, la formation est constituée de halite plus ou moins pure, translucide à légèrement rose ou opaque blanchâtre à rosâtre. Présence possible, de rares inclusions potassique, de couleur rouge. A 232 m, on note la présence d'un niveau métrique d'anhydrite blanche. A 253 m, présence possible d'un banc d'argile verdâtre.

De 270 m à 288 m, la formation se caractérise par des alternances d'anhydrite blanche, de "sel" rose et d'argile tendre, verdâtre.

De 288 m à 335 m, ensemble de "sel" rose, plus ou moins propre, avec la probable présence de clastes argileux de couleur verte. Rares passées d'argile verdâtre plus ou moins tendre.

De 335 m à 356 m, on note un niveau de "sel" propre, translucide à légèrement rosé.

De 356 m à 404 m, la formation est constituée d'alternances de "sel" rose plus ou moins argileux et de fines passées argileuses vertes tendre ou noires très indurées.

De 404 m à 415 m, on note la présence d'une passée décimétrique d'argile lie de vin plus ou moins tendre.

De 415 m à 437 m, "Sel" assez propre avec au top présence possible de potasse.

De 437 m à 442 m, présence d'un niveau plurimétrique d'argile verte plus ou moins tendre.

De 442 m à 540 m, ensemble de "sel" rose, pouvant présenter des inclusions argileuses verdâtres en quantité et taille variable. Les inclusions peuvent être millimétrique à pluricentimétrique et peuvent certainement représenter





jusqu'à 30% de la formation. Dans cet intervalle, de rares et fines passées d'argile verdâtre sont présentes. On peut également noter la présence éparse de potasse.

De 540 m à 584.50 m, la formation est constituée d'alternances de "sel" rose plus ou moins propre et d'anhydrite blanche.

De 584.50 m à 608 m, on rencontre une dolomie gris foncé, très indurée avec une intercalation d'un niveau de calcaire gris clair, plus ou moins tendre et plus ou moins argileux.

De 608 m à 627 m, la formation est constituée par un "sel" rose relativement argileux avec à la base la présence d'un niveau d'anhydrite et d'un autre d'argile lie de vin, tendre.

De 627 m à 660 m, le "sel" est moins "pur", il est blanchâtre à légèrement rosâtre avec des clastes d'argile verdâtre pouvant être décimétrique. Quelques fines passées argileuses sont présentes vers la base.

De 660 m à 662.50 m, un niveau d'anhydrite blanche est présent.

De 662.50 m à 707 m, on rencontre un ensemble de "sel" blanc à légèrement rosé, majoritairement opaque avec des clastes d'argile verdâtre et quelques inclusions de potasse au toit.

De 707 m à TD = 1954 m les principaux faciès rencontrés sont :

- la halite que l'on peut trouver « propre » avec peu voire pas d'insoluble ou bien riche en clastes d'insolubles (argile verte, argile lie de vin, argile rouge brique, argile grise plus ou moins riche en matière organique, argile gris foncé plus ou moins dolomitique, anhydrite). Elle peut prendre des teintes grises, noires (inclusions d'argile et de matière organique) ou bien roses ou encore être translucide,
- l'anhydrite est très souvent cristalline, translucide à blanche à grisâtre. Elle peut contenir des clastes d'argile grise à noire (pouvant être riche en matière organique) montrant très souvent un litage et des clastes d'argile dolomitique gris foncé à noire,
- la dolomie argileuse noire est souvent présente en brèche avec des injections d'halite translucide et d'anhydrite blanche. Elle est également présente en clastes dans les autres faciès et notamment dans l'anhydrite,
- sel complexe probablement de polyhalite rouge vif à orangé, à tendance grise par passées. Très peu soluble,
- on peut également noter la présence possible de sels potassiques très solubles (carnallite, sylvite ou sylvinite) de couleur orange à jaunâtre, plus ou moins amer sur la langue,
- les argiles sont souvent présentes en clastes, centimétrique à décimétrique dans la halite principalement, mais on les rencontre aussi sous un aspect béchique entre 1462 et 1531 m (argile verte à gris vert), ou en banc entre 1037 et 1043 m (argile lie de vin) et entre 1289 et 1300 m (argile grise).





Les pendages relevés sur l'ensemble des carottes sont de 70° à subverticaux notamment pour les blocs d'anhydrite.

En résumé, l'intervalle non carotté est représenté principalement par de la halite rosée. Le pourcentage d'insolubles y est relativement faible (environ 15% d'après l'analyse des déblais), il s'agit pour l'essentiel d'argiles de différentes couleurs et d'anhydrite. Entre 585 et 610 m on note la présence de dolomie et de calcaire. Cette dernière lithologie n'est pas commune au cœur des structures diapiriques. Les deux carottes prélevées dans l'intervalle confirment la qualité du sel.

#### **4.4. Carottages**

Trois phases de carottages ont été effectuées :

- K1 de 498 à 507 m et K2 de 630 à 639 m, dans la phase 12-1/4",
- K3 à K52 de 707 à 1954 m, dans la phase 8-1/2".

Pour chaque carotte, une fiche a été établie. De plus des photos en lumière naturelle et en lumière transmise ont été faites pour chaque carotte.



## 4.5 Diagraphies

### 4.5.1 Résumé des opérations

Des opérations de diagraphies ont été réalisées. Les différentes descentes (run) effectuées sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

Opérateur	Date	Run	Outil	Top depth	Bottom depth	RM@ measured temperature	RM@ measured temperature	RMC @ measured temperature	Section
BAKER	15/02/10	1.1	dll-mll (résistivités)	8	238,5	0,0855 OHM.M @13,4°	0,0548 OHM.M@ 10,6°	0,118 OHM.M @ 14,3°	17" 1/2
		1.2	bhp-dsl (gr, caliper)	8	236,5				
		1.3	xmac (DT)	22	227,8				
		1.4	mrex (Résonance-magnétique)	28,5	237				
SCHLUMBERGER	26/02/10	2.1	CAL-DSI	237	699,5				12" 1/4
		2.2	UBI-GR	237	698				
		2.3	PEX (TLD-CNL-GR) HNGS	237	699,5	0,050 OHM.M @25	0,044 OHM.M @ 25	0,373 OHM.M@ 25°	
		2.4	CBL-VDL	35	236				
SCHLUMBERGER	08/04/10	3.1	CAL-DSI	697	1810				8" 1/2
		3.2	PEX (TLD-CNL-GR) HNGS	697	1989,5				
		3.3	CBL-VDL	236	697				
	13/04/10	4.1	PEX (TLD-CNL-GR) HNGS	1738	1954,5				
		4.2	CAL-DSI	1738	1954,5				



## 4.5.2. Bilan des mesures

### 4.5.2.1. Diamètre du trou

#### Phase 17" ½ (de 0 à 240 m MD)

Le diamètre moyen du trou est de 17,85" (écart type de 0,18"). Le diamètre minimal est de 16,40", le diamètre maximal de 18,09". Le trou est particulièrement bien calibré sur cette partie.

#### Phase 12" ¼ (de 240 à 700 m MD)

Le diamètre moyen maximal du trou est de 13,04" (écart type de 0,54") et le diamètre moyen minimal est de 12,72" (écart-type de 0,42"). Le trou est donc dans l'ensemble bien calibré avec quelques caves au droit des formations argileuses.

#### Phase 8" ½ (de 615 à 1819 m MD)

Le diamètre moyen de cette section est de 8,55", avec un écart-type de 0,09". Le diamètre maximum est de 9,43" et le diamètre minimum est de 8,44". Le trou est donc particulièrement bien calibré.

### 4.5.2.2. Gamma ray

L'enregistrement du Gamma Ray Spectral a été effectué sur l'ensemble de la série. Le Gamma Ray Spectral permet de discriminer les trois principaux éléments radioactifs présents dans les roches qui sont le thorium, le potassium et l'uranium. Ces trois éléments se trouvent préférentiellement dans les argiles. En première approximation, ils traduisent la présence d'argile. Cependant, ce n'est pas une règle absolue. Ainsi, le potassium est présent aussi dans les séries évaporitiques (ce qui est le cas pour le forage SDL1). L'uranium est lui associé à la matière organique et on peut le trouver ainsi dans les carbonates (dolomie). Le thorium se trouve être dans notre cas l'élément le plus représentatif de l'argilosité.

#### Phase 17" ½ (de 0 à 240 m MD)

Le Gamma Ray présente surtout des valeurs élevées dans les 30 premiers mètres forés (présence d'argile). Sur le reste de la section, quelques pics de faible amplitude (autour de 50 GAPI) apparaissent.

#### Phase 12" ¼ (de 240 à 700 m MD)

Sur cette section, le Gamma Ray reste dans de valeurs faibles (20 GAPI), on peut tout de même noter 2 pics d'amplitude proche de 50 GAPI : le premier se situe vers 356 m, le deuxième se situe vers 585 m. L'importance relative du potassium semble traduire la présence de minéraux évaporitiques beaucoup plus que d'argiles. Dans l'intervalle 585-607 m, la radioactivité relativement forte (jusqu'à 60 API) est liée à l'uranium présent dans les carbonates. Entre 621 et 628 m, la radioactivité (45 API) est liée aux argiles (augmentation du thorium et du potassium). Ces lithologies avaient été bien observées en cours de forage.





#### Phase 8"½ (de 615 à 1954 m MD)

Sur cette section, le Gamma Ray reste dans des valeurs assez faibles (entre 10 et 20 GAPI) pour une grande partie. Quelques pics sont présents à 775 m, 950 m, 1147 m, 1174 m (doublet), 1188 m et 1758 m. Le potassium est relativement important et traduit la présence de minéraux évaporitiques. Par contre de 1254 m à 1257 m, de 1287 m à 1299 m, de 1462 m à 1530 m, et à 1575 m, la radioactivité traduit la présence d'argile.

#### 4.5.2.3. Sonic, Densité et Porosité Neutron

##### Phase 12"¼ (de 240 à 700 m MD)

Ces trois paramètres permettent de bien mettre en évidence les bancs d'anhydrite (densité élevée autour de 2.98 et DTc, proche de 50 s/ft), les faciès argileux (densité entre 2,20 et 2,50, augmentation de la porosité neutron) et le « sel ». En ce qui concerne le sel qui a des caractéristiques de densité proche de 2,04, un DTc de 67 s/ft et un DTs, proche de 120 s/ft avec une porosité neutron à -3 pu, on peut remarquer que l'unique zone de "sel" pur est située entre 335 et 356 m. Le reste de la formation salifère paraît d'après les résultats diagraphiques être plus ou moins riche en argiles et anhydrite.

##### Phase 8"½ (de 615 à 1954 m MD)

Les bancs d'anhydrite identifiés sur carottes sont très bien visibles grâce à la densité élevée de ce faciès. Les passées argileuses sont également bien visibles grâce à la porosité neutron. Les zones de "sel" propre en termes de réponse diagraphique sont de très fines passées excepter entre 905 et 944 m, où la densité est proche de 2,04, le DTc de 67 s/ft, le DTs de 120 s/ft et un très faible porosité neutron. Au sein de cet intervalle, on peut noter une passée moins « propre » entre 914 et 925 m. Les décalages observés entre diagraphies et carottes restent faibles (de l'ordre d'un mètre). Aucun calage des carottes sur le log final n'a pu être effectué car les décalages sont en fait très variables d'une carotte à l'autre. La nature même de la série diapirique (verticalité des blocs d'anhydrite et pendages très élevés impliquant des zones d'investigations potentiellement différentes entre carottes (4") et logs (diamètre 8"½) permet d'expliquer pour partie les décalages observés. Les pourcentages d'insolubles estimés sur carotte sont bien confirmés par les diagraphies





#### 4.5.2.4. Contrôle des cimentations

Les réponses diagraphiques indiquent des cimentations de bonne qualité pour les casing 13" 3/8 et 9" 5/8.

#### 4.6. Conclusions

Le programme d'investigation et d'acquisition de données mis en œuvre sur ce premier forage a consisté essentiellement en un carottage en continu du sel à partir de 707 m de profondeur jusqu'à la profondeur finale de 1954 m. Quatre jeux de diagraphies ont été réalisés.

Une étude détaillée du sel à partir de l'interprétation quantitative des diagraphies, d'observations en lames minces, d'analyses chimiques, d'essais de dissolution sur carottes et d'essais géotechniques en laboratoire est en cours.

Le forage a atteint le toit du sel à 217 m, en conformité avec les prévisions établies sur base de données de forage et de géophysique. La formation salifère a été recoupée jusqu'à sa côte d'arrêt (TD) à 1954 m soit sur une hauteur proche de 1750 m.

Les principales observations réalisées peuvent être résumées comme suit :

- aucune perte significative de boue n'a été constatée dans la couverture. Il n'y a pas d'évidence d'aquifère actif puissant,
- le forage n'a pas rencontré d'ophites,
- la hauteur importante de sel reconnue par le forage, qui a été arrêté sans avoir recoupé la base du sel, permettrait de placer des cavités lessivées sur une grande hauteur,
- le forage n'a pas rencontré d'occurrence de gaz (gaz naturel, CO<sub>2</sub> etc...) dans le sel.

Les premières interprétations "ELAN" des diagraphies (programme ELAN de SCHLUMBERGER) et les observations qualitatives sur carottes permettent de tirer des informations préliminaires sur les caractéristiques du sel dans le puits SDL1, qui devront être confirmées par les études en cours. Ces informations n'ont qu'une valeur locale, dans le contexte diapirique du site qui ne permet pas de se prononcer sur l'extension latérale des lithologies rencontrées.

- les valeurs de pendage observées sont toujours très importantes (supérieures à 70%) rendant hautement improbable une quelconque continuité latérale des bancs (il est préférable de parler de blocs).
- Le forage ne met pas en évidence de présence de sels potassiques solubles en quantités importantes, susceptibles d'affecter un projet de lessivage. Un faible fond potassique, est néanmoins présent, au dessus de 1460 m et diminue fortement en dessous de cette cote. L'intervalle le plus franchement potassique se situe vers 1175 m. La polyhalite, minéral potassique très peu soluble, semble être davantage responsable de ces teneurs que des minéraux très solubles de type carnallite.





- Le sel présente une teneur en minéraux insolubles de l'ordre de 15% au-dessus de 500 m, très comparable à ce que l'on connaît de l'exploitation des Salins du Midi située à quelques kilomètres plus au nord dans le même intervalle. Cette teneur augmente en dessous pour atteindre des valeurs relativement élevées de l'ordre de 30% en moyenne excepté entre 905 et 945 m où le sel est remarquablement pur et entre 1300 et 1460 m où le contenu en insolubles retombe à environ 20%.
- Le forage recoupe par ailleurs quelques passages d'insolubles massifs. Toutefois, ces passées rencontrées vers 960 m, 1035 m, 1080 m, 1210 m sont relativement espacées et présentent une teneur en sel de l'ordre de 20%, ce qui laisse penser qu'elles devraient pouvoir être lessivées.
- Une passée de dolomie et de calcaire a été traversée sur environ 25 m vers 600 m de profondeur. L'intervalle n'a pas été carotté. D'après l'interprétation diagraphique, il pourrait être injecté de sel et donc être lessivable.
- Une passée d'argile massive et d'anhydrite, d'environ 55 m d'épaisseur apparente, a été recoupée vers 1500 m. Ce passage constitue un obstacle au lessivage (le pourcentage de sel présent sous forme d'injection y est particulièrement faible voire nul) et marquerait la limite inférieure de la zone potentielle d'implantation d'une cavité à partir du puits. Cette tendance est confortée par le fait que la teneur en anhydrite augmente sous 1750 m pour culminer en dessous de 1900 m.

En première approche, le sel, même s'il présente des teneurs en minéraux insolubles élevées devrait donc permettre l'implantation géométrique de cavités de grandes dimensions dans un intervalle de 500 à 1450 m. Compte tenu du mélange complexe des lithologies, le coefficient de foisonnement à retenir qui impactera les volumes utiles in fine sera un paramètre important.



# 5

## CONCLUSION





**SOMMAIRE**  
**CONCLUSION**

---

**5. CONCLUSION**

**50**





## 5. CONCLUSION

Au regard des différentes pièces de ce rapport, le groupe EDF estime que les informations obtenues sur le diapir sont de nature à permettre la poursuite des investigations de la structure, dans le but d'étudier l'implantation possible d'un stockage souterrain de gaz naturel en cavités salines.





# **ANNEXES**







## **SOMMAIRE**

---

### **ANNEXES**

<b>ANNEXES</b>	<b>53</b>
<b>ANNEXES POUR LE FORAGE DU Puits SDL1</b>	
ANNEXE 1 : Programme de forage du SDL1	56
ANNEXE 2 : Coupe du puits après forage	75
ANNEXE 3 : Courbe d'avancement du forage	77
ANNEXE 4 : Tubages	79
ANNEXE 5 : Cimentations des tubages	83
ANNEXE 6 : Tableau des carottages	87
ANNEXE 7 : Plan d'implantation de l'appareil de forage	89
ANNEXE 8 : Têtes de puits	91
<b>ANNEXES POUR LA FERMETURE DU Puits SDL1</b>	
ANNEXE 9 : Compte rendu de la DRIRE sur les évolutions du programme de fermeture du puits SDL1 (réunion du 26 mars 2010)	95
ANNEXE 10 : Lettre de la DREAL du 20 septembre 2010	99
ANNEXE 11 : Programme d'abandon du puits SDL1	103
ANNEXE 12 : Coupe de fermeture définitive du puits SDL1	113
ANNEXE 13 : Test du premier bouchon de ciment de fond	115







# **ANNEXE 1 PROGRAMME DE FORAGE DU PUIT SSDL1**





# ANNEXE 1

## PROGRAMME DE FORAGE DU PUIIS SDL1

<b>1. GENERALITES</b>	<b>57</b>
1.1. Contexte du projet	57
1.2. Lithologie	57
1.3. Objectifs du forage d'exploration	58
<b>2. IMPLANTATION DU PUIIS</b>	<b>59</b>
<b>3. SOCIETES INTERVENANTES</b>	<b>60</b>
<b>4. PROGRAMME DE FORAGE</b>	<b>61</b>
4.1. Préparation de la plate forme	61
4.2. Mobilisation / Montage de l'appareil de forage	61
4.3. Phase 17" 1/2 et pose du tubage 13" 3/8	61
4.4. Phase 12" 1/4, casing 9" 5/8	62
4.5. Phase 8" 1/2 (forage et carottage)	63
4.6. Abandon du puits	63
4.7. Démontage et démobilitation de l'appareil	63
<b>5. PROGRAMME DE DIAGRAPHIES</b>	<b>64</b>
5.1. Phase 17" 1/2 (diagraphies du cap rock)	64
5.2. Phase 12" 1/4 (diagraphies du sel jusqu'à 700 m)	64
5.3. Phase 8" 1/2 (diagraphies du sel sous 700 m)	64
<b>6. PROGRAMME BOUE</b>	<b>64</b>
6.1. Phase 17" 1/2 et 12" 1/4	64
6.2. Phase 8" 1/2	66
<b>7. PROGRAMME DE TUBAGE</b>	<b>68</b>
7.1. Tubage 13" 3/8	68
7.2. Tubage 9" 5/8	68
<b>8. PROGRAMME DE CIMENTATION</b>	<b>69</b>
8.1. Cimentation 13" 3/8	69
8.2. Cimentation 9" 5/8	70
<b>9. PROGRAMME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS</b>	<b>70</b>
 <b>LISTE DES ANNEXES</b>	
1. Coupe du puits	
2. Plan d'implantation du chantier de forage et des sociétés de service	





# PROGRAMME DE FORAGE DU PUIT SSDL1

## 1. GENERALITES

### 1.1. Contexte du projet

EDF souhaite développer un stockage souterrain de gaz naturel en cavités salines dans la région de Dax.

Des études ont été conduites en 2007 – 2008 avec une analyse des données géologiques existantes (géologie de surface, forages de reconnaissance pétroliers ou miniers), d'informations obtenues par les exploitants de sel et un retraitement de lignes sismiques pétrolières. Une zone cible, le diapir de Bénesse a été identifiée sur la base de ces informations.

On dispose aujourd'hui d'une image assez précise des contours du diapir de sel et d'indications encourageantes sur la possibilité de trouver en profondeur une zone salifère compatible avec le développement de cavités.

Un permis de recherche "stockage souterrain" au titre du code minier (permis Salins Des Landes) a été accordé à EDF et publié au JORF le 25/08/2009. Le forage de reconnaissance, objet de ce document, a fait l'objet d'un dossier de type déclaration au titre de la police des Mines, dès l'attribution du permis de recherche du sel. L'Arrêté Préfectoral relatif à la réalisation de ce forage a été signé le 13 octobre 2009 et un arrêté modificatif a été publié le 23/10/2009.

### 1.2. Lithologie

La lithologie de référence est établie à partir de la carte géologique et de l'étude d'interprétation des lignes sismiques.

Le puits SSDL1 a été implanté à proximité de la carrière de gypse exploitée par la société LAFARGE. Le forage va rencontrer le Keuper (caprock) à quelques mètres de la surface. Le toit du sel n'est pas mis en évidence par la sismique mais sur base des puits de la zone et, en particulier, le puits Bénesse 3 (BE3), il pourrait se situer entre 100 et 300 m.





	Profondeur	Lithologie
Quaternaire	0 – 10 m	
Trias– Caprock	10 – 100 à 300 m	Argiles et gypses
Trias - salifère	100 à 300 m - >4000 m	Halite, sels très solubles de potasse et de magnésium, Insolubles : argiles, bancs massifs d'ophite possible

### 1.3. Objectifs du forage d'exploration

Le premier puits d'exploration sur une structure doit permettre de recueillir un maximum d'informations sur la forme de la structure, la nature des terrains traversés, les caractéristiques mécaniques et pétrophysiques de ces terrains, la nature des effluents éventuellement en place dans la formation.

#### Caprock

Le programme de forage prévoit une caractérisation des terrains du caprock (terrains situés au dessus du massif de sel) avec deux objectifs :

- définir la lithologie complexe du caprock et les caractéristiques de densité
- démontrer qu'il n'y a aucun niveau aquifère dans cet intervalle,

Cet intervalle ne sera pas carotté mais une série de diagraphies sera enregistrée.

#### Massif de sel

Le forage doit permettre de caractériser le sel sur une hauteur suffisante pour identifier un intervalle favorable pour la création de cavités de stockage. Le toit du sel est estimé à 200 – 300 m, sa base à plus de 4000 m. Nous avons retenu de forer et de carotter entre 500 m et 1500 m, ce qui devrait donner une hauteur suffisante pour identifier un intervalle favorable tout en restant dans des limites raisonnables pour l'économie d'un projet de stockage (optimum 300 m d'épaisseur de halite pure vers 1000 m de profondeur). Dans le





cas où la qualité du sel identifié en forage ne deviendrait favorable que dans la zone proche de 1500 m, on pourrait envisager d'approfondir le forage sur 200 à 300 m supplémentaires.

La caractérisation du massif de sel a deux objectifs :

- identifier la lithologie pour définir les conditions de lessivage du sel : identification des sols en présence : halite, potasse, autres sels appartenant à la séquence évaporitique et minéraux insolubles : argiles, ophite,
- mesurer en laboratoire sur carottes les caractéristiques mécaniques du sel ; en particulier, le fluage pour définir les paramètres de dimensionnement des cavités : diamètre, entraxe, pression de fonctionnement : caractéristiques de résistance mécanique et de fluage.

Pour répondre à ces objectifs, le forage sera carotté sur l'intervalle 500 - 1500 et le diamètre des carottes sera de 4", standard pour les essais de fluage du sel. Une attention particulière sera portée au programme de boue de forage (boue à l'huile) afin de récupérer des carottes intègres en évitant la dissolution des sels les plus solubles qui pourraient être présents dans la formation (sel de potasse en particulier).

Un jeu complet de diagraphies sera réalisé sur toute la hauteur du massif salifère.

## 2. IMPLANTATION DU Puits

Le puits est implanté :

- Département : Les Landes
- Commune : de Pouillon (40350)
- Lieu dit : Chemin de Montpeyroux (Loustalot)
- Coordonnées de la tête de puits :  
X : 329 969,78 ou (W 1° 22,400,96)  
Y : 1 854 082,30N ou (N 43° 38' 12,800,75)  
Z : 68,91m NGF





### 3. SOCIETES INTERVENANTES

<b>Maîtrise d'ouvrage</b>	EDF
<b>Maîtrise d'œuvre</b>	GEOSTOCK
<b>Services</b>	
Entreprise de forage	COFOR Appareil MR7500
Gardiennage	SECURITAS
Mud logging	GEO RS
Supervision de la boue	MI-SWACO
Carottage	HALLIBURTON
Traitement des cuttings	MI-SWACO
Diagraphies	BAKER / SCHLUMBERGER
Vissage des tubes	WEATHERFORD
Cimentation	HALLIBURTON
Grutage manutention	MEDIACO
Génie Civil	BAUTIAA
Instrumentation	NSC
<b>Fournitures</b>	
Tête de puits	FMC
Tubes	ALTREX
Outils	NOV-REED





## 4. PROGRAMME DE FORAGE

### 4.1. Préparation de la plate forme

Les travaux de génie civil pour la construction de la plate forme et de la piste d'accès sont confiés à la société BAUTIAA, ces travaux sont réalisés selon un cahier des charges spécifiques. Il est prévu dans ces travaux la mise en place d'un tube guide (C.P.) sur une hauteur suffisante pour contenir les terrains de surface ; les sondages de reconnaissance des sols ont permis de déterminer une cote de pose de ce tube guide aux environs de 10 m de profondeur par rapport au niveau de la plate-forme finie.

Le tube guide sera d'un diamètre de 20".

### 4.2. Mobilisation / Montage de l'appareil de forage

Pour l'amenée de l'appareil et son montage sur le site, les véhicules et engins nécessaires devront impérativement respecter un itinéraire ; cet itinéraire étudié en accord avec les autorités locales a pour but de réduire au maximum les croisements de véhicules fréquentant le chantier sur les voies d'accès et éviter que les véhicules ne s'engagent sur des voies non prévues pour supporter les charges qu'ils transportent.

Durant l'installation de l'appareil, les entreprises de services permanentes telles que : Mud logging (suivi géologique) et Mud engineering (fluides de forage), cuttings treatment (traitement des déblais de forage) sont aussi mobilisées.

### 4.3. Phase 17" 1/2 et pose du tubage 13" 3/8

Objectif : Couverture des couches supérieures par un casing 13" 3/8 avec un placement du sabot à 20 mètres dans le sel et montage d'un ensemble BOP permettant le contrôle d'une éventuelle venue d'effluents.

Boue : Boue douce jusqu'au toit du sel, puis boue salée saturée.

- assemblage BHA de forage avec outil 17" 1/2 (nuance IADC : 115),
- forage de la formation, argile et gypse, avec une boue bentonitique simple jusqu'à l'entrée dans le sel de 0 à 200 m environ,
- au toit du sel, remplacement de la boue bentonitique par une boue salée saturée,
- forage sur une profondeur de 20 m dans le sel pour le positionnement du sabot du 13" 3/8 soit vers 220 m environ,
- enregistrement de diagraphies,
- descente et cimentation du casing 13" 3/8,
- attente prise ciment (12 h environ en fonction de la prise des échantillons en surface).





- vissage de la casing head sur le casing et montage du bloc d'obturation de puits,
- test des BOP et de la casing head au moyen d'un tester cup ; la pression de test sera limitée à 80 % de la pression d'éclatement du casing 13"3/8 soit 150 bar.

Le CBL est prévu avec les logs de la deuxième phase selon les conditions de réalisation de la cimentation (pertes, retour prématuré du ciment en surface, etc.) il pourra être décidé de réaliser un CBL avant la reprise du forage pour s'assurer de l'étanchéité des niveaux de surface.

#### 4.4. Phase 12" 1/4, casing 9"5/8

##### Objectifs :

- placer un casing 9"5/8 à une profondeur suffisante pour installer un BOP pouvant supporter une pression de gaz éventuellement rencontrée dans les profondeurs de forage envisagées (1500 m),
- éventuellement reconnaissance par carottage en continu ou en intermitte- tence de l'intervalle 500 – 700 m.

Boue : Boue salée saturée (optionnellement boue à l'huile en cas de difficultés)

- Assemblage garniture de forage et outil 12" 1/4 (nuance IADC : 135)
- reforage sabot 13" 3/8 et forage de 3 mètres environ de nouvelle formation,
- test en pression de tenue des terrains sous le sabot (FIT ou LOT à définir),
- forage en 12" 1/4 jusqu'à la cote de pose du casing 9" 5/8 soit 700 mètres environ. Au cours de cette phase, il pourra être décidé à partir de 500 mètres de carotter en continu ou intermittence. La réalisation d'un avant trou en 8" 1/2 avant le début du carottage n'est pas nécessaire.
- enregistrement d'un jeu de diagraphies en trou ouvert et d'un CBL du 13"3/8,
- Descente du casing 9"5/8,
- cimentation du casing 9"5/8 et ancrage du 9"5/8 dans la casing head.
- attente prise ciment.

Cette attente doit être de 24 heures minimum avant reforage et 36 à 48 heures avant CBL. La prise des échantillons de ciment en surface permet de juger si la résistance atteinte est suffisante pour poursuivre les opérations ; avec un laitier salé saturé le temps de prise peut être allongé selon les dif- férents éléments présents dans la saumure.

Pendant la prise du ciment, démontage des BOP, mise en place de la tubing head et remontage des BOP avec un adaptateur 11" 3000 x 13"5/8 3000. Test de l'assemblage casing head x tubing head et des BOP au moyen d'un tester cup.





#### 4.5. Phase 8" 1/2 (forage et carottage)

Objectif : Reconnaissance par carottage de l'intervalle 700 – 1500 m

Boue : Boue à l'huile

- assemblage garniture de forage et outil 8" 1/2 (nuance IADC : 117,
- reforage sabot 9" 5/8 et forage de 5 mètres de nouvelle formation,
- changement de la boue salée saturée par de la boue à l'huile,
- test en pression de tenue des terrains sous le sabot (FIT ou LOT à définir),
- assemblage garniture de carottage,
- carottage/Forage de l'intervalle 700 - 1500 m environ (cote finale),
  - la phase carottée étant particulièrement longue des alternances forage/carottage pourraient être programmées,
  - suivi géologique renforcé pour le suivi carottage,
  - risques de fluage du sel avec la profondeur, alourdissement de la boue à prévoir (à la baryte),
  - contrôle périodique du découvert avec outil de forage si carottage continu,
  - en fonction des analyses visuelles des carottes déjà prélevées, si aucune zone favorable au développement d'une cavité n'apparaît dans l'intervalle déjà carotté, le carottage pourra être poursuivi jusque vers 2000 m,
  - enregistrement de diagraphies.

#### 4.6. Abandon du puits

Quels que soient les résultats de la reconnaissance et en s'appuyant sur le "Titre Forage" du RGIE, le puits sera abandonné par pose de bouchons de ciment selon un programme de fermeture défini en accord avec la DRIRE.

#### 4.7. Démontage et démobilitation de l'appareil

Nettoyage des bassins à boue :

- démontage de l'appareil de forage,
- démobilitation de l'appareil de forage et des différentes sociétés de service,
- rebouchage des trous de service par l'entreprise de forage.





## 5. PROGRAMME DE DIAGRAPHIES

### 5.1. Phase 17" 1/2 (diagraphies du cap rock)

Gamma Ray – Resistivity – Sonic (P et S)  
Gamma Ray Spectral – Neutron – Density  
Calliper

### 5.2. Phase 12" 1/4 (diagraphies du sel jusqu'à 700 m)

Gamma Ray – Resistivity – Sonic (P et S)  
Gamma Ray Spectral – Neutron – Density  
Calliper  
CBL-VDL du cuvelage 13" 3/8 du sabot jusqu'à la surface.

### 5.3. Phase 8" 1/2 (diagraphies du sel sous 700 m)

Gamma Ray – Resistivity – Sonic (P et S)  
Gamma Ray Spectral – Neutron – Density  
Calliper  
CBL-VDL du cuvelage 9" 5/8 du sabot jusqu'à la surface.

## 6. PROGRAMME BOUE

### 6.1. Phase 17" 1/2 et 12" 1/4

Boue bentonitique à l'eau convertie remplacée par de la boue salée saturée dès l'entrée dans le sel.

Cet intervalle sera foré dans un premier temps en boue bentonitique (Spud Mud) de 20 m à 200 m environ jusqu'aux premières traces de sel.

Le but principal de ce fluide sera d'assurer un bon nettoyage du puits par l'évacuation conséquente des déblais aux vibrateurs. Pour ce faire, la viscosité de la boue sera maintenue par l'ajout de bentonite.

La dureté de l'eau de fabrication sera traitée au préalable par de la soude caustique afin d'optimiser le gonflement et l'hydratation de la bentonite.

On contrôlera et maintiendra un filtrat dit "relâché" par du M-I PAC UL afin d'éviter tout problème d'invasion d'eau du fluide dans la formation et de cavage avec effondrement. L'optimisation des équipements de contrôle de solides en surface permettra une réduction de dilutions tout en gardant les caractéristiques de la boue recommandée : la densité ainsi que la valeur des LGS (Low Gravity Solids).





### Formulation de la boue

Produits	Fonction	Concentration
<b>SOUDE CAUSTIQUE</b>	Alcalinité et traitement de l'eau de fabrication	1 kg/m <sup>3</sup>
<b>BENTONITE</b>	Viscosité et Support Colloïdal	40 kg/m <sup>3</sup>
<b>M-I PAC UL</b>	Contrôle de filtrat	6 kg/m <sup>3</sup>

Aux premières traces de sel, la boue bentonitique sera éjectée et remplacée par une boue salée saturée.

En aucune manière, il ne faudra ajouter du sel dans la boue bentonite afin d'éviter une floculation de la bentonite et des argiles forées entraînant un "flash" de la boue et une réelle possibilité de perte du puits.

Le déplacement s'effectuera en une seule traite avec un débit des pompes de forage le plus haut possible.

Un spacer de densité intermédiaire aux deux fluides et de haute viscosité (15 kg/m<sup>3</sup> de M-I PAC R) sera préparé et pompé.

La boue salée saturée sera fabriquée le plus simplement possible pour le forage d'une vingtaine de mètres, jusqu'à environ 220 m.

Cette boue sera utilisée pour le forage de la phase 12" 1/4 jusqu'à 700 mètres environ.

### Formulation de la boue

Produits	Fonction	Concentration
<b>SOUDE CAUSTIQUE</b>	Alcalinité et traitement de l'eau de fabrication	1 kg/m <sup>3</sup>
<b>NaCl</b>	Sel (pour saturation de la boue)	320 kg/m <sup>3</sup>
<b>ATTAPULGITE</b>	Viscosité et Support Colloïdal	40 kg/m <sup>3</sup>
<b>POLYSAL</b>	Contrôle de filtrat	20 kg/m <sup>3</sup>
<b>M-I PAC R</b>	Viscosité Plastique	6 kg/m <sup>3</sup>





## 6.2. Phase 8" 1/2

### Boue à l'huile

Cet intervalle sera foré en boue à l'huile de type minéral Versaclean MK II, dont l'huile de base Surdyne B 140.

Là où le brut et le gazole comportent environ 30 à 70 % d'aromatiques (molécule polluante, cancérigène et néfaste à l'environnement), les huiles "Clean et Minérale" comme la Surdyne B 140 (SHELL) n'en comportent pas.

Il est conseillé de reforer le ciment avec la boue de la phase précédente traitée au bicarbonate de soude qui sera ensuite éjectée vers le bournier.

Lors de la mise en place de la boue à l'huile, il sera important que celle-ci soit précédée d'un bouchon visqueux (10 m<sup>3</sup>) ainsi que d'un tampon d'huile de base (environ 5 m<sup>3</sup>).

Tout au long du forage, il faudra bien s'assurer que l'ensemble des caractéristiques du fluide qui conditionne son état soit respecté et entretenu.

Le VersaSurf et le VersaEmul (émulsifiants primaire et secondaire) aideront à obtenir une bonne émulsion qui influera sur la rhéologie et la stabilité électrique du fluide. Cette dernière devra être au moins supérieure à 700 v.

Le VersaTrol NS permettra d'entretenir le filtrat à environ 4 ml.

Le SWA EH est l'agent mouillant qui évitera l'agglomération des particules solides entre elles, notamment si on alourdit le fluide de base pour atteindre une densité supérieure à 1,00 SG en début de phase.

Le VersaMod agira sur la rhéologie du fluide afin d'obtenir un nettoyage efficace. Il sera surtout important sur l'impact qu'il aura sur les valeurs basses de viscosité notamment durant le carottage.

La chaux apportera l'alcalinité nécessaire à la bonne tenue du fluide. Elle éliminera également d'éventuels gaz acides s'il y a lieu.

Le CaCl<sub>2</sub> limitera quant à lui les échanges osmotiques entre le terrain et la partie aqueuse du fluide. Il permettra également de réduire le wash out de la formation dû à la phase aqueuse, en ayant une concentration proche de la saturation.



### Formulation de la boue

Produits	Fonction	Concentration
<b>SURDYNE B 140</b>	Huile de Base	680 ltrs/m <sup>3</sup>
<b>BENTONE 38</b>	Argile Organophile. Support Colloïdal	4 kg/m <sup>3</sup>
<b>VERSASURF</b>	Emulsifiant primaire	18 ltrs/m <sup>3</sup>
<b>VERSAEMUL</b>	Emulsifiant secondaire	15 ltrs/m <sup>3</sup>
<b>VERSATROL NS</b>	Réducteur de Filtrat	8 kg/m <sup>3</sup>
<b>VERSAMOD</b>	Viscosifiant. LSRV	3 ltrs/m <sup>3</sup>
<b>SWA EH</b>	Agent Mouillant	5 ltrs/m <sup>3</sup>
<b>EAU</b>		290 ltrs/m <sup>3</sup>
<b>CaCl<sub>2</sub></b>	Echanges osmotiques	120 kg/m <sup>3</sup>
<b>CHAUX</b>	Alcalinité	20 kg/m <sup>3</sup>
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	Agent Alourdissant si nécessaire d >1.00 SG	80 kg/m <sup>3</sup>

A la fin du forage la boue sera traitée au moyen d'une centrifugeuse pour éliminer le maximum de solides présents dans la boue (déblais ou agents alourdissant éventuellement utilisés pendant le forage/carottage), afin de restituer la boue à l'huile dans les meilleures conditions.

Le traitement de la boue sera défini par la société MI-SWACO, en fonction des besoins

de maintien de la densité et de la teneur maximum en solide. Le traitement de la boue se fait en continu pendant le forage.



## 7. PROGRAMME DE TUBAGE

### 7.1. Tubage 13"3/8

Tube 13"3/8 K55 54,5# Range III Filetage Buttress

Cote prévisionnelle : 220 m ( $\pm 100$  m).

La cote d'arrêt devra tenir compte des tubes disponibles et de la cote de pose du dernier manchon en fond de cave, prévoir 2 m entre la cote d'arrêt et le sabot.

#### Justificatif du choix du tubage

Résistance à l'éclatement :

La pression de fracturation au sabot (posé vers 200 à 250 m) est de l'ordre de 40 à 50 bar pour un gradient de fracturation estimé à 2. Ceci donne une contrainte maximum à l'éclatement au niveau du sabot, voisine de 30 bar pour une contrainte admissible de 190 bar ; soit un coefficient de sécurité à l'éclatement de 6,33.

Résistance à l'écrasement :

Le tube choisi a une résistance à l'écrasement de 78 bar pour une contrainte maximum de 25 à 30 bar ; soit un coefficient de sécurité à l'écrasement de 2,6.

Résistance à la traction :

Le tube choisi a une résistance à la traction de 380 10 3daN pour un poids maximum dans l'air de 20 10 3daN ; soit un coefficient de sécurité à la traction de 17.

#### Equipements

- sabot soupape,
- anneau soupape à 1 tube (pour cimentation avec stinger),
- centreurs spiralés : 6 (mis en place dans le découvert),
- centreurs positifs : 2 (mis en place au niveau du tube guide),
- stop collars,
- ombrelle de cimentation sur le dernier tube (si risque de pertes avéré).

### 7.2. Tubage 9"5/8

Tube 9"5/8 K55 36 Range III Filetage Buttress.

Cote prévisionnelle : 700 m +/- 10 m

La cote d'arrêt devra tenir compte des tubes disponibles prévoir 2 m entre la cote d'arrêt et le sabot ; étant donnée la hauteur de la table de rotation (5,20 m) le premier manchon se trouvera au minimum à 5 m sous le niveau du sol en prenant un tube de manœuvre d'au moins 12 m, ce qui est une marge suffisante pour la mise en place des coins d'ancrage en toute sécurité.





### Justificatif du choix du tubage

- Résistance à l'éclatement :

La pression de fracturation au sabot posé à 700 m est de l'ordre de 140 bar pour un gradient de fracturation estimé à 2. Ceci donne une contrainte maximum à l'éclatement au niveau du sabot, voisine de 80 bar pour une contrainte admissible de 243 bar ; soit un coefficient de sécurité à l'éclatement de 3.

- Résistance à l'écrasement :

Le tube choisi a une résistance à l'écrasement minimum de 139 bar pour une contrainte maximum de 100 bar ; soit un coefficient de sécurité à l'écrasement de 1,39.

- Résistance à la traction :

Le tube choisi a une résistance à la traction de 251 10 3daN pour un poids maximum de 80 10 3daN ; soit un coefficient de sécurité à la traction de 3,1.

### Equipements

- sabot canal,
- anneau soupape à 2 tubes,
- bouchons de cimentation,
- centreurs spiralés : 15 (mis en place dans le découvert, dont 1 sur chacun des 3 premiers tubes descendus),
- centreurs positifs : 5 (mis en place au droit du 13"3/8, le premier 5 m au dessus du sabot),
- stop collars.

**Nota :** Les tubes étant livrés en graisse de vissage, les filetages ne seront pas nettoyés, les tubes seront calibrés au moyen du drift correspondant au poids nominal, les protecteurs de filetage ne seront retirés que juste avant la montée au plancher de forage.

## 8. PROGRAMME DE CIMENTATION

### 8.1. Cimentation 13"3/8

Cimentation par stinger.

Circulation à la boue avant cimentation, en adaptant, si besoin, la rhéologie de la boue pour nettoyer le puits ; la durée de circulation sera déterminée en fonction de la remontée des déblais.

Laitier d : 1,90 (volume d'environ 20 m<sup>3</sup>) au jour mixé avec une saumure salée saturée et du ciment classe CEM III.

Mixage du laitier jusqu'au retour au jour puis chasse du volume exact des tiges. Avant injection du laitier, injection d'un spacer de 5 m<sup>3</sup> de saumure saturée minimum.





## 8.2. Cimentation 9"5/8

Cimentation simple étage avec bouchons de cimentation.

Circulation à la boue avant cimentation, en adaptant, si besoin, la rhéologie de la boue pour nettoyer le puits ; la durée de circulation sera déterminée en fonction de la remontée des déblais.

Laitier mixé avec une saumure salée saturée et du ciment classe G et/ou du Pozzocemoil.

Laitier de queue du sabot (700 m) jusqu'à 600 m d : 1,90 (volume d'environ 4 m<sup>3</sup>, ciment classe G).

Laitier de tête de 600 m jusqu'à la surface d : 1,55 (volume d'environ 26 m<sup>3</sup>, ciment classe G ou Pozzocemoil).

Avant injection du laitier injection de 2 spacers (un spacer de saumure salée saturée suivi d'un spacer à base de saumure saturée et de densité et de rhéologie intermédiaire entre la boue et le ciment d'environ 5 m<sup>3</sup>).

Chasse à la boue jusqu'à l'à-coup de pression sans surschasser de plus de 500 l, maintenir 100 bar pendant 10 min.

## 9. PROGRAMME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS

Les effluents issus du forage seront traités avec deux centrifugeuses.

Une centrifugeuse va traiter la boue du circuit actif, après passage aux vibrateurs. Les excédents de solide en suspension seront éliminés par cette centrifugeuse afin de maintenir la boue à la bonne densité. Les liquides seront dirigés vers les bacs de circulation, les solides seront collectés dans un bac où ils seront stabilisés en fonction de leur nature (solide issu de boue douce, salée ou à base d'huile) puis ils seront acheminés vers un centre de traitement agréé.

Les effluents collectés aux vibrateurs ou au niveau du borbier seront traités par une seconde centrifugeuse. Les solides seront collectés dans un bac où ils seront stabilisés en fonction de leur nature (solide issu de boue douce, salée ou à base d'huile) puis ils seront acheminés vers un centre de traitement agréé. Les liquides seront collectés dans un bac avant acheminement vers un centre de traitement agréé.





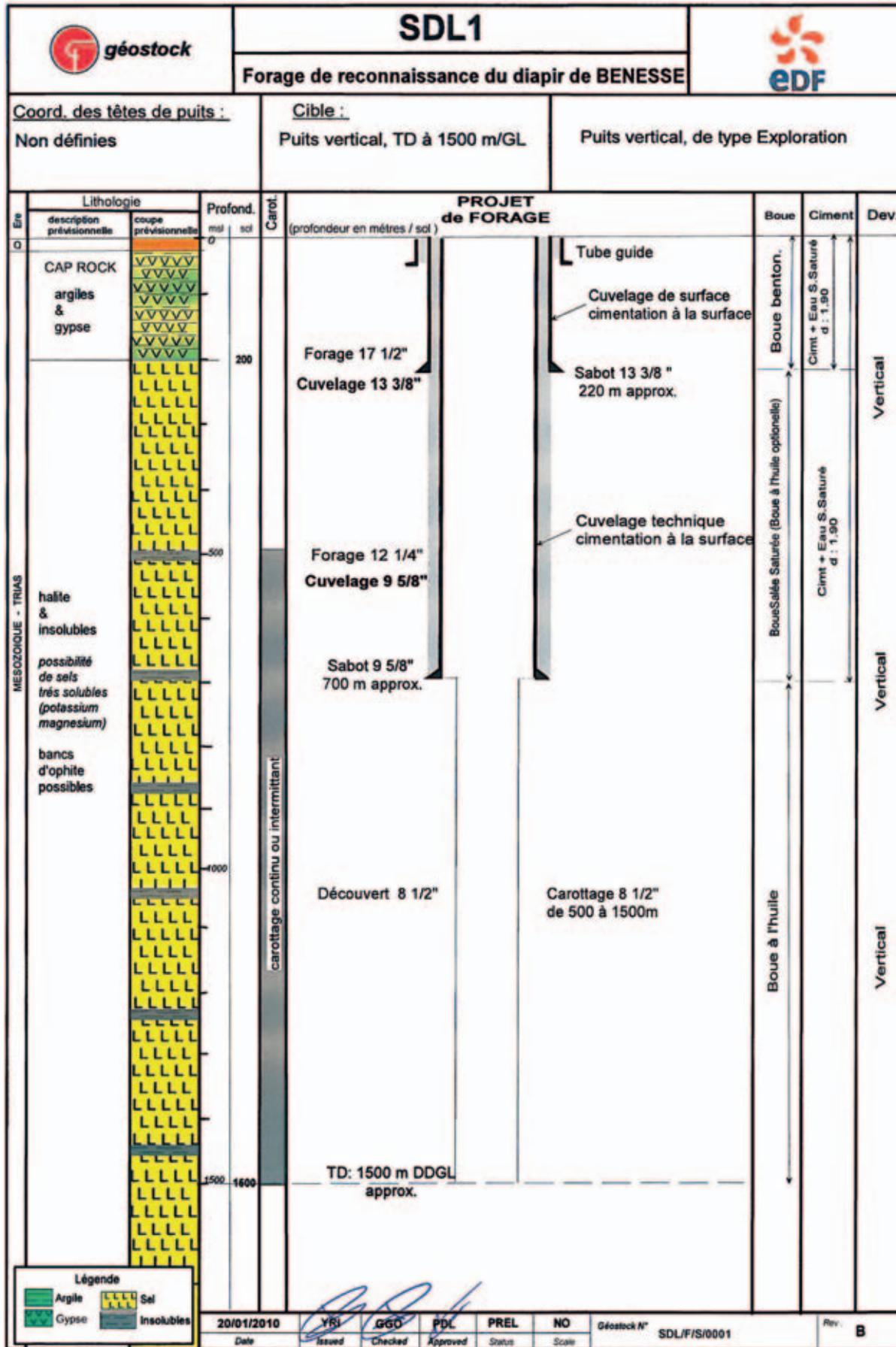
### Liste des centres de traitement et type de stabilisation des solides :

	Type de stabilisation des solides
Stabilisation déblais solides eau douce	Ciment
Stabilisation déblais solides saumure	Ciment
Stabilisation déblais solides huile	Ciment et chaux
	Centres de traitement
CET Solides à l'eau	CET III St Martin de Seignanx (40)
CET Solides saumure	CET I Bellegarde (30)
CET Solides huile	Centre SIAP Bassens (33)
Eau	STEP Dax (40)
Saumure	Laroques (09)
Liquide huile	Cimenterie LAFARGE Martres (31)

La société MI-SWACO en charge du traitement des déblais devra assurer un suivi des caractéristiques des effluents liquides, afin de s'assurer que ceux-ci seront acceptés par les centres de traitement prévus, en fonction du type d'effluent. Tout transport d'effluents (liquide ou solide) devra faire l'objet d'un BSDI (Bordereau de Suivi de Déchets Industriels) avant départ du chantier, mentionnant le type d'effluent, l'origine et la destination ainsi que la quantité estimée.

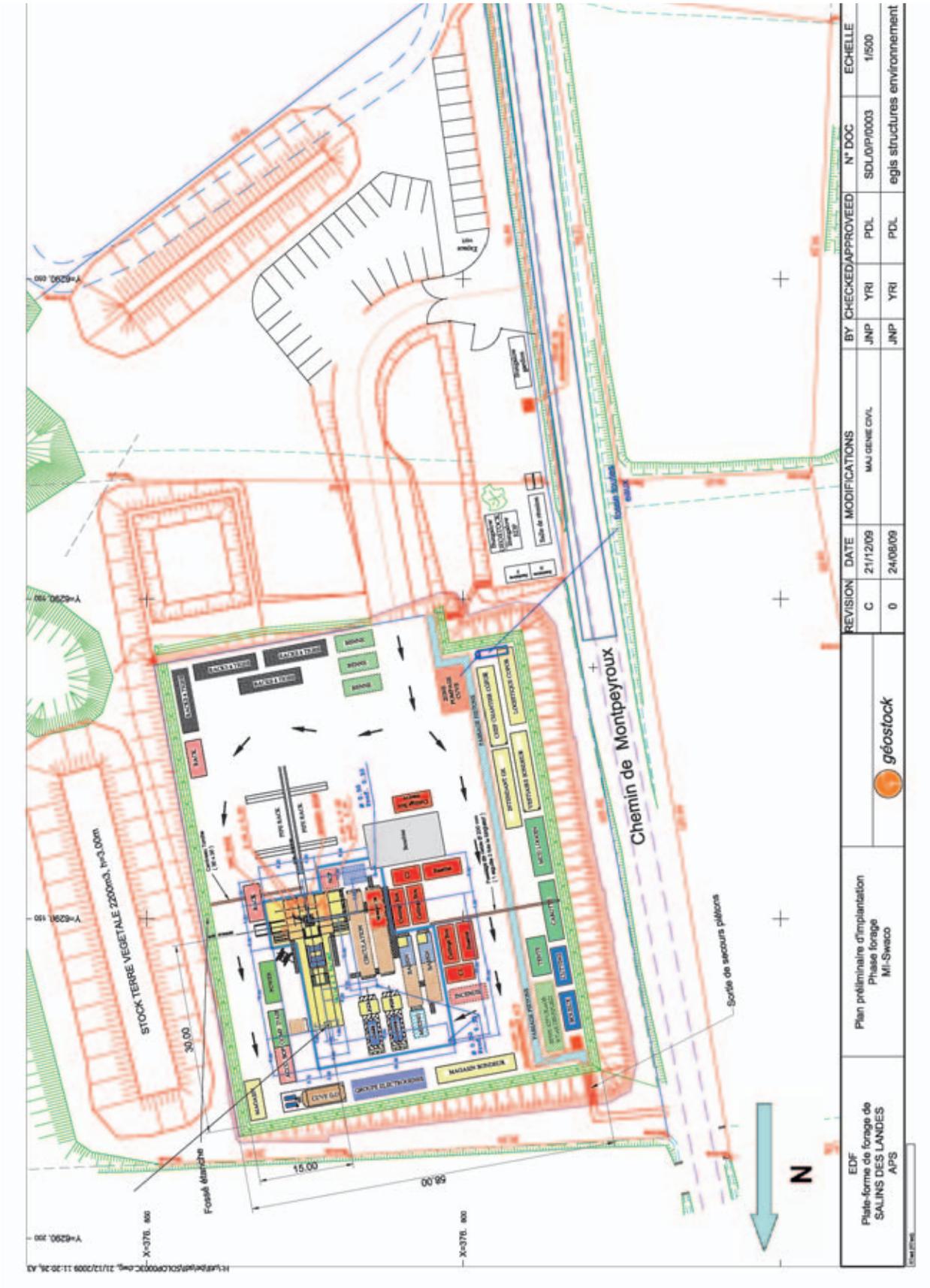


PIÈCE N° 1 :  
COUPE DU PUIITS





**PIÈCE N° 2 :  
PLAN D'IMPLANTATION DU CHANTIER DE FORAGE  
ET DES SOCIETES DE SERVICE**



EDF Plate-forme de forage de SALINS DES LANDES APS	Plan préliminaire d'implantation Phase forage IMI-Sweco	géosstock	REVISION	DATE	MODIFICATIONS	BY	CHECKED/APPROVED	N° DOC	ECHELLE
			C	21/12/09	MAJ GENIE CIVIL	JNP	PDL	SOL/0/P/0003	1/500
			0	24/08/09		JNP	PDL		egis structures environnement







## **ANNEXE 2 : COUPE DU Puits APRÈS FORAGE**





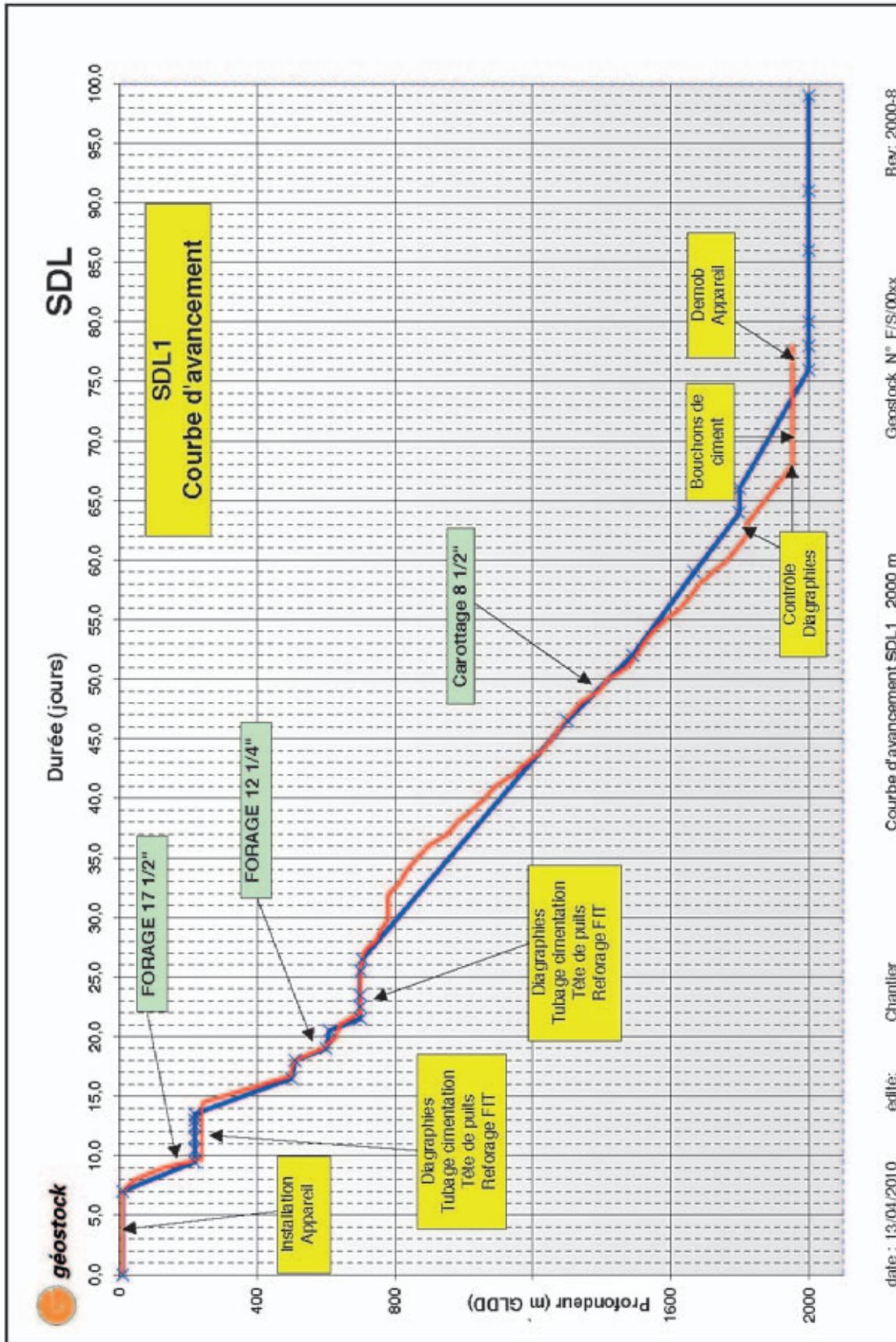


## **ANNEXE 3 : COURBE D'AVANCEMENT DU FORAGE**





## ANNEXE 3 : COURBE D'AVANCEMENT DU FORAGE





## **ANNEXE 4 : TUBAGES**



## ANNEXE 4 : TUBAGES

 <b>géostock</b>	<b>SDL 1 CASING 13-3/8"</b>				<b>EDF</b>	
<i>Casing descendu le 14 février 2010</i>			<b>Cimentation réalisée au stinger</b>			
<i>Grade</i>	K55		<i>Filetage</i>	BTC		
<i>Poids (lbs/ft)</i>	54,5		<i>Make-up Torq</i>	au triangle		
<b>Sabot</b>	<b>237,12</b>	m	<i>Densité Boue</i>	1,24		
Toutes les cotes sont données par rapport au sol.						
N° item	Longueur item	Cumul	Prof. top item / sol	Remarques		Poids dans BSS t
Dernier manchon posé:		1,47	m sous le haut de la cave			
			237,12			
Sabot	0,54	0,54	236,58			0,0
1	11,78	12,32	224,80	2 cent.		0,8
Anneau	0,59	12,91	224,21			0,9
2	12,10	25,01	212,11	1 cent.		1,7
3	12,14	37,15	199,97			2,5
4	11,82	48,97	188,15	1 cent.		3,3
5	11,89	60,86	176,26			4,2
6	11,91	72,77	164,35			5,0
7	12,01	84,78	152,34			5,8
8	11,85	96,63	140,49			6,6
9	11,47	108,10	129,02	1 cent.		7,4
10	10,43	118,53	118,59			8,1
11	11,76	130,29	106,83			8,9
12	11,68	141,97	95,15	1 cent.		9,7
13	12,00	153,97	83,15			10,5
14	11,92	165,89	71,23			11,3
15	11,75	177,64	59,48	1 cent.		12,1
16	11,32	188,96	48,16			12,9
17	12,03	200,99	36,13	1 cent.		13,7
18	10,69	211,68	25,44	ombrelle		14,5
19	12,07	223,75	13,37			15,3
20	11,90	235,65	1,47			16,1
<b>Mamelon soudé</b>	0,50	236,15	0,97			
<b>Casing head</b>	0,42	236,57	0,55		FMC	
<b>Stick up landing jt.</b>	7,55		0,88	<b>Cote fixe bride 13-3/8"</b>		0,6

	<b>SDL 1 CASING 9-5/8"</b>	<b>EDF</b>
---	--------------------------------	------------

Casing descendu le 26-27 février 2010

Cimentation réalisée aux bouchons

<i>Grade</i>	K55	<i>Filetage</i>	Buttress
<i>Poids (lbs/ft)</i>	36	<i>Make-up Torq</i>	Serrage au triangle
<i>Sabot</i>	697,25	<i>Densité Boue</i>	1,24

Toutes les cotes sont données par rapport au sol.

N°	Longueur	Cumul	Prof top item /sol	Remarques		Poids dans BSS
			697,25			
Sabot	0,54	0,54	696,71			0,0
71	11,17	11,71	685,54	1 cent.		0,5
70	11,13	22,84	674,41	1 cent.		1,0
Anneau	0,55	23,39	673,86			0,6
69	11,12	34,51	662,74	2 cent.		1,5
68	10,93	45,44	651,81	2 racleurs		1,0
67	11,88	57,32	639,93	2 racleurs		2,1
66	11,38	68,70	628,55	1 cent.		1,6
65	12,10	80,80	616,45	2 racleurs		2,6
64	12,37	93,17	604,08	2 racleurs		2,1
63	11,10	104,27	592,98	1 cent.		3,1
62	11,27	115,54	581,71	2 racleurs		2,6
61	11,28	126,82	570,43	2 racleurs		3,6
60	12,01	138,83	558,42	1 cent.		3,2
59	11,79	150,62	546,63	2 racleurs		4,2
58	11,37	161,99	535,26	1 racleur		3,7
57	11,10	173,09	524,16	1 cent.		4,7
56	11,35	184,44	512,81			4,2
55	11,50	195,94	501,31			4,7
54	11,38	207,32	489,93	1 cent.		5,2
53	11,08	218,40	478,85			5,7
52	11,22	229,62	467,63			6,2
51	11,36	240,98	456,27	1 cent.		6,7
50	10,96	251,94	445,31			7,2
49	12,05	263,99	433,26			7,8
48	11,02	275,01	422,24	1 cent.		8,3
47	11,41	286,42	410,83			8,8
46	10,90	297,32	399,93			9,3
45	10,76	308,08	389,17	1 cent.		9,8
44	11,30	319,38	377,87			10,3
43	11,58	330,96	366,29			10,8
42	11,19	342,15	355,10	1 cent.		11,3
41	10,84	352,99	344,26			11,8
40	11,34	364,33	332,92			12,3
39	12,12	376,45	320,80	1 cent.		12,9
38	12,17	388,62	308,63			13,4

37	10,85	399,47	297,78			13,9
36	11,72	411,19	286,06	1 cent.		14,4
35	11,99	423,18	274,07			15,0
34	11,06	434,24	263,01			15,5
33	11,21	445,45	251,80			16,0
32	11,19	456,64	240,61			16,5
31	11,38	468,02	229,23			17,0
30	10,64	478,66	218,59	1 cent. rig		17,5
29	11,14	489,80	207,45			18,0
28	11,13	500,93	196,32			18,5
27	10,78	511,71	185,54			19,0
26	11,09	522,80	174,45			19,5
25	11,36	534,16	163,09			20,0
24	10,57	544,73	152,52			20,4
23	11,08	555,81	141,44			20,9
22	11,19	567,00	130,25			21,5
21	11,09	578,09	119,16			22,0
20	11,13	589,22	108,03			22,5
19	11,58	600,80	96,45			23,0
18	12,18	612,98	84,27			23,5
16	11,04	624,02	73,23			24,0
15	11,45	635,47	61,78			24,5
14	11,97	647,44	49,81			25,1
13	11,45	658,89	38,36			25,6
12	10,68	669,57	27,68			26,1
11	10,96	680,53	16,72			26,6
10	11,79	692,32	4,93	1 cent. rig		27,1
8	11,41	703,73	-6,48			27,6
Plancher	-5,20	698,53				27,4
Stick up	-1,28	697,25				27,3



## **ANNEXE 5 : CIMENTATIONS DES TUBAGES**





## ANNEXE 5 : CIMENTATIONS DES TUBAGES

	<h3 style="margin: 0;">SDL1</h3> <p style="margin: 0;">RAPPORT DE CIMENTATION 13 3/8" CASING</p>				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">date 16.02.10</td> <td style="width: 33%;">Rev 0</td> <td style="width: 33%;">émis par: Chantier</td> </tr> </table>	date 16.02.10	Rev 0	émis par: Chantier	
date 16.02.10	Rev 0	émis par: Chantier			

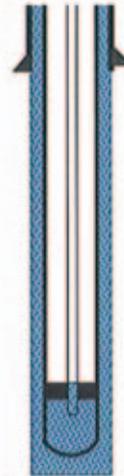
### GEOMETRIE PUIITS

OPEN HOLE				CASING				
size	from	to	O.H. Vol.	size	Shoe D	Wt. / Grd. / Th.	In vol.	Ext. vol.
CP 20"	0	8		20	8		185	
17 1/2"	8	240	155,2	13 3/8"	237	54 lbs/K55/BTC	80,64	90,65

### VOLUMES

Item	cap.	length	vol (m3)	vol(bbl)
Csg precedent	185,0	8,0	1,5	9,3
Annulaire Open hole	64,6	229,0		0,0
or caliper			18,4	103,0
Shoetrack	80,6	12,6	1,0	6,4
ExcesO.H. annulaire	8	%	0,0	0,0
Estim retour surface			3,5	22,0
Vol. Theor.du laitier			22,4	140,6

retour du  
ciment en surface  
20" cp 8 m



Déplacement	
Long.HWP	38,16 165 ltrs
long. DP	195 1785 ltrs
long. totale	231
DP volume	1949 ltrs
Déplac.. 80% DP vol	1600 ltrs

Anneau 13 3/8" 224 m  
Sabot 13 3/8" 237 m  
Profondeur 17 1/2" 240 m

### CALCUL LAITIER

	LAITIER	TOTAL
Volume laitier	22,4	22,4 m <sup>3</sup>
Densité	1,80 s.g.	
Cement type	Class CEMIII	
Cem .YIELD	1,12 t/m <sup>3</sup>	
Mix Water Ratio	0,49 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> laitier	
Saumure Mix.5%	11,00 m <sup>3</sup>	11,00 m <sup>3</sup>
Ciment	25,00 T	25,00 T
Additifs		
Sel ( pour 5%)	27 Kg/T	675 kg
Micro bond	81,6 Kg/T	2040 kg
NF 6 anti mousse concentré	0,5 l/m <sup>3</sup> laitier	

### SPACER / CIRCULATION

Stinger en place : circuler 2 h

Mise en place spacer saumure saturée neuve de: 10 61,8  
m<sup>3</sup> bbl

### REMARQUES

Déplacement du stinger à 80% du volume

Débit conseillé : 500 l/mn

Retour ciment en fond de cave après environ 19 m<sup>3</sup> pompé.



 <b>géostock</b>	<h1>SDL1</h1> <h2>PROGRAMME CIMENTATION</h2> <h3>9 5/8" CASING</h3>			
	date	Rev 0	émis par: YRI	

#### GEOMETRIE PUIITS

OPEN HOLE				CASING				
size	from	to	O.H. Vol.	size	Shoe D	Wt. / Grd. / Th.	In vol.	Ext. vol.
CP 20"	0	8		20	8		185	
17 1/2"	8	240	155,2	13 3/8"	237	54 lbs/K55/BTC	80,64	90,65
12 1/4"	240	709	76,04	9 5/8"	697,25	36 lbs/K55/BTC	40,33	46,94

#### VOLUMES

Item	cap.	length	vol (m3)	vol(bbl)
csg precedent	33,7	137,0	4,62	29,0
Annulaire Open hole	29,1	460,3		0,0
or caliper			17,11	107,5
Shoetrack	40,3	23,4	0,94	5,9
Exces O.H. annulaire	20	%		0,0
Estim cement retour surf			0,00	0,0
Vol. Theor. du laitier			22,67	142,4

Déplacement bouchons	
679,1	
X	
40,33	27386 ltrs

Top ciment  
à 100 m

sabot 13 3/8" 237 m

9 5/8" float 673,9 m

9 5/8" shoe 697,25 m



#### CALCUL LAITIER

	Laitier de queue	Laitier de tête	TOTAL
Volume laitier	6,0 m3	16,7 m3	22,7 m3
Densité	1,80 s.g.	1,80 s.g.	
Cement type	Class CEMIII	Class CEMIII	
Cem .YIELD	1,10 t/m3	1,02 t/m3	
Mix Water Ratio	0,60 m3/m3laitier	0,65 m3/m3laitier	
Saumure Mix.5%	3,62 m3	m3	0,00 m3
Saumure Mix 1.20		10,85 m3	
Ciment	6,60 T	17,01 T	23,61 T
Additifs			
Micro bond	70 Kg/T		462 kg

#### SPACER / CIRCULATION

Circulation casing au fond : circuler 2 h

Mise en place spacer saumure saturée neuve de: **10** m3 61,8 bbl

Lacher top plug après spacer

#### REMARQUES

Méthode cimentation à 2 bouchons

Lacher bottom plug après laitier

Déplacement par HALLIBURTON , volume voir ci-dessus

Débit conseillé: 400 / 500 l/min

Test casing à l'accoupe de pression 140 b pendant 15 mins

Contrôle si retour ciment en fond de cave





## **ANNEXE 6 : TABLEAU DES CAROTTAGES**





## ANNEXE 6 : TABLEAU DES CAROTTAGES

n° carotte	Top foreur	Bottom foreur	Mètres carottés	Mètres Récupérés	Différence m	Pourcentage récupéré
1	498,00	507,15	9,15	9,15	0,00	100,00
2	630,00	639,00	9,00	9,35	0,35	103,89
3	707,00	725,00	18,00	17,90	-0,10	99,44
4	725,00	743,00	18,00	18,10	0,00	100,56
5	743,00	761,00	18,00	18,08	0,08	100,44
6	761,00	779,00	18,00	17,92	0,00	99,56
7	779,00	779,40	0,40	0,40	0,00	100,00
8	779,40	798,00	18,60	18,85	0,25	101,34
9	798,00	816,00	18,00	17,75	0,00	98,61
10	816,00	834,40	18,40	18,22	-0,18	99,02
11	834,40	852,60	18,20	18,38	0,00	100,99
12	852,60	870,70	18,10	18,10	0,00	100,00
13	870,70	898,00	27,30	27,42	0,12	100,44
14	898,00	926,00	28,00	27,75	-0,13	99,11
15	926,00	953,20	27,20	27,43	0,10	100,85
16	953,20	980,50	27,30	27,50	0,30	100,73
17	980,50	1007,50	27,00	27,19	0,49	100,70
18	1007,50	1035,00	27,50	27,38	0,37	99,56
19	1035,00	1062,50	27,50	27,09	-0,04	98,51
20	1062,50	1089,70	27,20	27,91	0,67	102,61
21	1089,70	1117,60	27,90	28,18	0,95	101,00
22	1117,60	1145,30	27,70	27,64	0,89	99,78
23	1145,30	1172,40	27,10	27,32	1,11	100,81
24	1172,40	1200,00	27,60	27,66	1,17	100,22
25	1200,00	1227,50	27,50	27,60	1,27	100,36
26	1227,50	1255,00	27,50	27,48	1,25	99,93
27	1255,00	1282,00	27,00	27,15	1,40	100,56
28	1282,00	1309,50	27,50	27,05	0,95	98,36
29	1309,50	1336,60	27,10	27,85	1,70	102,77
30	1336,60	1363,70	27,10	27,65	2,25	102,03
31	1363,70	1391,00	27,30	26,51	1,46	97,11
32	1391,00	1418,00	27,00	27,86	2,32	103,19
33	1418,00	1445,50	27,50	27,65	2,47	100,55
34	1445,50	1472,50	27,00	26,19	1,66	97,00
35	1472,50	1499,40	26,90	26,91	1,67	100,04
36	1499,40	1521,40	22,00	22,00	1,67	100,00
37	1521,40	1548,50	27,10	27,05	1,62	99,82
38	1548,50	1576,00	27,50	27,55	1,67	100,18
39	1576,00	1603,00	27,00	27,40	2,07	101,48
40	1603,00	1630,00	27,00	26,88	1,95	99,56
41	1630,00	1657,00	27,00	26,72	1,67	98,96
42	1657,00	1684,00	27,00	27,63	2,30	102,33
43	1684,00	1711,00	27,00	27,00	2,30	100,00
44	1711,00	1738,00	27,00	27,17	2,47	100,63
45	1738,00	1765,00	27,00	26,73	2,20	99,00
46	1765,00	1792,00	27,00	27,60	2,80	102,22
47	1792,00	1819,00	27,00	0,00		
				0,00		
				0,00		
				0,00		
				0,00		
				0,00		
47			1112,00	1087,80		100,31





**ANNEXE 7 :  
PLAN D'IMPLANTATION  
DE L'APPAREIL DE FORAGE**







## **ANNEXE 8 : TÊTES DE PUIITS**











**ANNEXE 9 :**  
**COMPTE RENDU DE LA DRIRE**  
**SUR LES ÉVOLUTIONS**  
**DU PROGRAMME**  
**DE FERMETURE DU PUIT SDL1**  
**(RÉUNION DU 26 MARS 2010)**





## ANNEXE 9 :

# COMPTE RENDU DE LA DRIRE SUR LES ÉVOLUTIONS DU PROGRAMME DE FERMETURE DU PUIT S11

### (RÉUNION DU 26 MARS 2010)



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

*Direction Régionale de l'Industrie de la  
Recherche et de l'Environnement d'Aquitaine*

---

*Division Environnement Industriel et Sous-sol*

Référence : DUMNDEISS/USS/10/DP 5813

Affaire suivie par :  
didier.le-meur@industrie.gouv.fr  
Tél. 05 56 00 04 77 - Fax : 05 56 00 05 31

Bordeaux, le 14 avril 2010

---

LE DIRECTEUR

à

EDF – Direction Gaz  
Business Development Midstream  
22 place de la Défense  
92050 PARIS LA DEFENSE CEDEX  
A l'attention de M. BACLE Sylvain

Objet : PER « SALINS DES LANDES »  
Compte-rendu de la réunion du 26 mars 2010 à Bordeaux

Monsieur le Directeur,

J'ai l'honneur de vous adresser ci-joint copie du compte-rendu de décisions prises au cours de la réunion du 26 mars 2010 à Bordeaux relative aux conditions d'avancement et de bouchage du forage d'exploration S11 réalisé dans le cadre du permis de recherches « Salins des Landes ».

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, l'assurance de ma considération distinguée.

Pour le Directeur,  
Pour l'Adjoint, Chef de la Division  
Environnement Industriel et Sous-sol  
L'ingénieur Divisionnaire,



Didier LE MEUR

Recherche, Industrie et Énergie  
 Énergie et climat  
 Prévention des risques  
 Infrastructures, transports et logement

**Présent  
pour  
l'avenir**

42, rue du Général de Laminat  
Boîte Postale 55  
33035 Bordeaux Cedex  
Tél. : 05 56 00 04 00 – Fax 05 56 00 04 98  
<http://aquitaine.drire.gouv.fr>



FRANCE  
300405955

P:\2 SECTEURS\22 Sous S0F2223 Stockages systemes\PERMIS SS\SALINS DES LANDES\_EDF\CR reunion du 26 mars 2010\CR DRIRE DES LANDES CR mars 2010.doc





## FORAGE SDL 1

Réunion du 26 mars 2010 à Bordeaux

Présents :

B.LE GOREC DREAL  
D.MESTRUDE EDF

**POINT CHANTIER DE FORAGE DU SDL 1**

Les premiers enseignements du forage et des carottages du puits SDL1 sur la lithologie rencontrée sont les suivants;

- le Cap rock (composé d'argiles et de gypse) s'étend de 0 à 200 m
- le toit du sel est observé à 200 m
- l'ensemble des carottages confirme bien la présence d'halite sur toute la profondeur (1400m à ce jour) avec quelques passes d'insolubles de faibles épaisseur

**EVOLUTION DU PROGRAMME DE FERMETURE DEFINITIVE DU SDL 1**

Au regard des points suivants

- une meilleure connaissance de la lithologie
- l'absence d'aquifères « alimentés » ainsi que l'absence de niveau gaz tout au cours de forage du SDL 1
- la qualité de la cimentation du 13 pouces 3/8 et en particulier au niveau du sabot
- le fait que les cuvelages 13 5/8 et 9 5/8 sont des cuvelage neufs
- conformément à l'arrêté préfectoral du 13 /10/09 sur la déclaration de forage du SDL1 dans le cadre du permis de recherche Salins Des Landes et en particulier l'article 9, le programme de fermeture du puits peut être adapté au regard de la meilleure connaissance acquise au cours de ces carottages.

Après discussion avec la DRIRE; le programme d'abandon sera le suivant.

**Au niveau du découvert**

- Remplacement de la boue à « huile » par de la boue salée saturée
- aucun bouchon de ciment dans le découvert

**Au niveau du sabot**

- Le bouchon de ciment N°1 d'une hauteur totale de 150 m sera réparti de part et d'autre du sabot du 9 5/8 Après séchage,
- un test au poids (2 à 3 tonnes) ainsi qu'un test en pression de 15 mn devront être conduits(cf RGIE)

**Au niveau des cuvelages**

- Pose d'un bouchon N°2 positionné au niveau du toit du sel avec 150 m réparti de part et d'autre sur 75m
- Après séchage, contrôle de pose de poids (2 à 3 Tonnes)
- Pas de test en pression

**Au niveau de la surface**

- Remplacement de la boue salée saturée par de l'eau douce jusqu'au niveau du toit du bouchon de ciment N°2
- Coupe du casing 9 5/8 d'une hauteur moyenne de 80 m
- Pose du dernier bouchon N°3

**Le dossier de fermeture définitive du SDL 1 sera modifié dans ce sens ainsi que la coupe du puits en phase finale de fermeture**

**PROCHAINES ECHEANCES**

PA2 SECTEURS22 Sous Sof2223 Stockages souterrains/PERMIS SSSALINS DES LANDES. EDF/CR réunion du 26 mars 2010/CR réunion du 26 mars BLG MESTRUDE BDX.doc





1) Conformément à l'arrêté préfectoral sur la déclaration de forage du SDL 1 dans le cadre du permis de recherches Salins Des Landes et en particulier de l'article 10, les documents suivants seront à fournir dans un délai de mois après la fin des travaux :

- Un rapport de synthèse (3 exemplaires) sur les opérations de forage et d'abandon ( ainsi que les résultats acquis, les difficultés.....)

2) Conformément au titre « recherche par forage, exploitation de fluides et traitement de ces fluides (FO.1P.2.R) du RGIE et en particulier de l'article 51, le document suivant est à fournir:

- Le rapport de fermeture est à fournir en 2 exemplaires

B.LE GOREC Bordeaux

Le 12 avril 2010

P:\2 SECTEURS\22 Sous Sol\2223 Stockages souterrains\PERMIS SSSALINS DES LANDES, EDF\CR réunion du 26 mars 2010\CR réunion du 26 mars BLG MESTRUDE BDX.doc





**ANNEXE 10 :  
LETTRE DE LA DREAL  
DU 20 SEPTEMBRE 2010**





## ANNEXE 10 : LETTRE DE LA DREAL DU 20 SEPTEMBRE 2010



REPUBLICQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,  
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER  
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

*cc : MB + SB  
Fait le 23/9/10*

*Direction Régionale de l'Environnement,  
de l'Aménagement et du Logement  
Région Aquitaine*

*Service Prévention des Risques*

*Division risques naturels et ouvrages hydrauliques*

**Nos réf. : DRNOH/BLG/CC-10 DP 7020**  
**Affaire suivie par : Bernard LE GOREC**  
bernard.le-gorec@developpement-durable.gouv.fr  
Tél. 05 56 00 05 17 – Fax : 05 56 00 05 31

Bordeaux, le **20 SEP. 2010**

**L'Ingénieur de l'Industrie et des Mines**

à

Monsieur le Directeur  
EDF  
Direction GAZ  
20 Place de la Défense  
92050 PARIS LA DEFENSE

**Objet : Rapport de fin de forage SDL1 (Commune de Pouillon)**

**REÇU LE**

**23 SEP. 2010**

Monsieur le Directeur,

Suite à la réunion du 08 septembre 2010 portant sur la relecture du dossier de fin de sondage SDL1, puits réalisé entre le 11 février 2010 et le 19 avril 2010, sur le permis de recherches « Salins des Landes », je vous confirme les points suivants :

- le dossier est établi au seul regard des dispositions du RGIE (titre Forage articles 49 à 81) et de l'article 10 de l'arrêté préfectoral du 13 octobre 2009 (concernant la conduite des travaux),
- ce dossier a été complété sur l'aspect géologie et les résultats acquis (ceci pour le respect des obligations de tout titulaire de titre minier) en sorte que, outre les informations précisées en annexe, un exemplaire du « log » de forage et de fin de sondage devra aussi être joint et adressé tant à la DREAL qu'à la DGEC.

Le dossier est considéré à présent comme complet et doit être adressé comme suit :

- 1 ex Préfecture 40 : pour info
- 1 ex DREAL : siège
- 1 ex DREAL : UT 40
- 2 ex DGEC (dont 1 avec les logs précités)

Il conviendra d'accompagner par courrier la transmission du dossier à la DREAL (avec copie à la Préfecture).  
La DREAL fera savoir qu'il peut être donné acte de votre déclaration sans observation (copie de cette même réponse sera adressée à la Préfecture 40)

... / ...

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer  
Bâtiment de la Mer - 20 Place de la Défense - 92050 Paris La Défense Cedex

**Présent  
pour  
l'avenir**

Horaires d'ouverture : 8h30-12h30 / 13h30-16h00  
Tél. : 33 (0) 5 56 24 80 80 – fax : 33 (0) 5 56 24 47 24  
BP 55 rue Jules Ferry Cité administrative  
33090 Bordeaux cedex

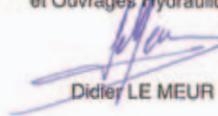




Pour la mise en œuvre de la procédure d'arrêt des travaux au sens des articles 43 et suivants du décret 2006,649 du 6 juin 2006 relatif aux travaux miniers et communément appelée DADT, (et qui dans le cas présent ne présente ni caractère d'urgence ni obligation légale), il conviendra de compléter le dossier par les informations du « canevas méthodologique » général DADT proposé par la DREAL Aquitaine (et dont une copie vous a été remise au cours de la réunion).

Espérant que ces informations sont de nature à faciliter la compréhension de la démarche, veuillez agréer, Monsieur le Directeur, l'assurance de ma considération distinguée.

Pour le Directeur,  
Le Chef de la Division Risques Naturels  
et Ouvrages Hydrauliques



Didier LE MEUR

P:\2 SECTEURS\22 Sous Sol\2223 Stockages souterrains\PERMIS SSISALINS DES LANDES. EDF\FORAGE SDL\120100915-let\_EDF\_Forage SDL1.odt







**ANNEXE 11 :  
PROGRAMME D'ABANDON  
DU PUIT SDL1**





# **ANNEXE 11 : PROGRAMME D'ABANDON DU PUIIS SDL1**

<b>1. GENERALITES</b>	<b>105</b>
1.1. Contexte du projet	105
1.2. Objectifs du forage d'exploration	105
<b>2. IMPLANTATION DU PUIIS</b>	<b>106</b>
<b>3. SOCIETES INTERVENANTES</b>	<b>107</b>
<b>4. PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS DU FORAGE DU PUIIS SDL1</b>	<b>108</b>
<b>5. PROGRAMME DE FERMETURE DEFINITIVE</b>	<b>108</b>
<b>6. TRAITEMENT DES EFFLUENTS</b>	<b>110</b>

## **LISTE DES ANNEXES**

1. Coupe du puits après fermeture définitive
2. Plan d'implantation du chantier de forage et des sociétés de service





## 1. GENERALITES

### 1.1. Contexte du projet

EDF souhaite développer un stockage souterrain de gaz naturel en cavités salines dans la région de Dax.

Des études ont été conduites en 2007 – 2008 avec une analyse des données géologiques existantes (géologie de surface, forages de reconnaissance pétroliers ou miniers), d'informations obtenues par les exploitants de sel et un retraitement de lignes sismiques pétrolières. Une zone cible, le diapir de Bénesse, a été identifiée sur la base de ces informations.

On dispose d'une image assez précise des contours du diapir de sel et d'indications encourageantes sur la possibilité de trouver en profondeur une zone salifère compatible avec le développement de cavités.

Un permis de recherche "stockage souterrain" au titre du code minier (permis Salins des Landes) a été accordé à EDF et publié au JORF le 25/08/2009. Le forage de reconnaissance, objet de ce document, a fait l'objet d'un dossier de type déclaration au titre de la police des Mines, dès l'attribution du permis de recherche du sel. L'Arrêté Préfectoral, relatif à la réalisation de ce forage, a été signé le 13 octobre 2009.

### 1.2. Objectifs du forage d'exploration

Le premier puits d'exploration sur une structure doit permettre de recueillir un maximum d'informations sur la forme de la structure, la nature des terrains traversés, les caractéristiques mécaniques et pétrophysiques de ces terrains, la nature des effluents éventuellement en place dans la formation.

#### Caprock

Le forage doit permettre une caractérisation des terrains du caprock (terrains situés au dessus du massif de sel) avec deux objectifs :

- définir la lithologie complexe du caprock,
- démontrer qu'il n'y a aucun niveau aquifère dans cet intervalle.

Cet intervalle n'a pas été carotté mais une série de diagraphies a été enregistrée par la société BAKER HUGHES : résistivités, sonique, gamay ray spectral et résonance magnétique nucléaire.

#### Massif de sel

La caractérisation du massif de sel a deux objectifs :

- Identifier la lithologie pour définir les conditions de lessivage du sel : identification des sels en présence : halite, potasse, autres sels appartenant à la séquence évaporitique et minéraux insolubles : anhydrite, argiles, ophite.





- Mesurer en laboratoire sur carottes les caractéristiques mécaniques du sel ; en particulier, le fluage pour définir les paramètres de dimensionnement des cavités : diamètre, entraxe, pression de fonctionnement : caractéristiques de résistance mécanique et de fluage.

Un carottage continu du massif salifère a été effectué depuis 700 m jusqu'à la profondeur finale, comprise entre 1950 et 2000 m.

Un jeu complet de diagraphies a été réalisé par la société SCHLUMBERGER en plusieurs phases (neutron, densité, sonique, gamma ray spectral).

Un CBLVDL a été réalisé sur le cuvelage 13" 3/8 entre 237 m et la surface, ainsi que sur le cuvelage 9" 5/8 entre 697 m et la surface.

Il n'est pas prévu d'utiliser ce puits pour la création d'une éventuelle cavité ; il sera rebouché par pose de bouchons de ciment tel que définis dans le paragraphe 4.

## 2. IMPLANTATION DU PUIITS

Le puits SDL1 a été implanté à proximité de la carrière de gypse exploitée par la société LAFARGE :

- Département : Les Landes
- Commune : Pouillon (40350)
- Lieu dit : Chemin de Montpeyroux (Loustalot)
- Coordonnées de la tête de puits : X : 376 826.34  
Y : 6 290 151.11  
Z : 64.54





### 3. SOCIETES INTERVENANTES

<b>Maîtrise d'ouvrage</b>	EDF
<b>Maîtrise d'œuvre</b>	GEOSTOCK
<b>Services</b>	
Entreprise de forage	COFOR Appareil MR7500
Gardiennage	SECURITAS
Mud logging	GEO RS
Supervision de la boue	MI-SWACO
Carottage	HALLIBURTON
Traitement des cuttings	MI-SWACO
Diagraphies	BAKER / SCHLUMBERGER
Vissage des tubes	WEATHERFORD
Cimentation	HALLIBURTON
Grutage manutention	MEDIACO
Génie Civil	BAUTIAA
Instrumentation	NSC
<b>Fournitures</b>	
Tête de puits	FMC
Tubes	ALTREX
Outils	NOV-REED





#### 4. PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS DU FORAGE DU PUIS SSDL1

Le forage a rencontré le Keuper (Caprock) à quelques mètres de la surface. Le toit du sel a été rencontré à la cote de 217 m. La lithologie s'établit ainsi

	Profondeur	Lithologie
Quaternaire	0 – 10 m	
Trias– Caprock	10 à 217 m	Gypse et Argiles
Trias - salifère	217 m - 2000 m	Halite, inclusions de sel de potasse et de magnésium. Insolubles : blocs d'anhydrite, de dolomie et d'argile pluri-métriques, injectés par la halite et nombreux clastes infra-décimétriques

Au niveau du caprock, aucun niveau aquifère alimenté important n'a été observé et sur la totalité du forage, aucun niveau contenant du gaz n'a été identifié.

Les éléments importants de la géologie du massif salifère sont les suivants :

- absence de niveau significatif de sels très solubles,
- absence d'ophite,
- Pourcentage d'insolubles élevés (anhydrite, dolomie, argile)
- halite pure très rare,
- rares pendages visibles toujours très fort (70°).

#### 5. PROGRAMME DE FERMETURE DEFINITIVE

Le puits sera fermé par pose de bouchons de ciment et d'un bridge plug suivant le programme prévisionnel suivant :

1. Descente de la garniture de cimentation au fond.

- Sabot tubing 2 " 7/8
- 200 m de tubing 2 " 7/8
- XO
- Tiges 5' "





2. Changement de boue dans le puits.
  - Pompage des spacers de tête pour le déplacement de la boue à l'huile  
2 m<sup>3</sup> Oil base mud + 2 m<sup>3</sup> HV pill + 4 m<sup>3</sup> de cleaner pill + 2 m<sup>3</sup> HV pill.
  - Remplacement de la boue à l'huile par de la boue salée saturée (Vol. puits 70 m<sup>3</sup> environ).
3. Remonter le plus rapidement possible la garniture et les tubings au sabot du 9" 5/8.
4. Dégerbage des tiges et des tubings en restant à l'intérieur du casing 9" 5/8, conserver uniquement les longueurs nécessaires de tiges et tubings pour les opérations de bouchage.
5. Descendre la garniture de cimentation à la cote de 775 m.
6. Pose bouchon n° 1 (775 m à 625 m) à cheval sur le sabot 9" 5/8 (697 m) :
  - volume laitier de 6 m<sup>3</sup> environ à d : 1,80,
  - mixage eau salée,
  - ciment type CEM III,
  - déplacement du laitier dans les tiges à la saumure sur 80 % de la hauteur.
7. Remonter la garniture de cimentation au jour.
8. Attente prise ciment (environ 24 h suivant tests).
9. Démontage des BOP pendant la prise ciment (après 12 h de prise) et pose d'une bride de tête pour test, installer une pompe de cave pour évacuer les retours du puits pour la suite des opérations vers les bacs saumure.
10. Test en pression du bouchon n° 1 à D eq : 1,80 (soit environ 45 bar avec de la saumure (enregistrement sur 15 minutes).
11. Descente de la garniture de cimentation et test au poids du bouchon n° 1 (1 à 2 T).
12. Remonter la garniture cimentation au jour (en dégerbant les tiges).
13. Installation unité Wire line de SCHLUMBERGER.
14. Pose d'un Bridge Plug (BP) 9" 5/8 vers 300 m.
15. Démontage unité Wire line.
16. Descente de la garniture cimentation, test en poids du BP (1 à 2 T).
17. Pose bouchon de ciment n° 2 de 150 m (au dessus du BP) soit de 300 m à 150 m ;
  - 1) volume laitier de 6 m<sup>3</sup> environ à d : 1,90,
  - 2) mixage eau douce,
  - 3) ciment type CEM III,
  - 4) déplacement du laitier dans les tiges à l'eau douce sur 80 %.
18. Remonter la garniture de cimentation au jour (en dégerbant les tiges).
19. Descendre la garniture de coupe du casing 9" 5/8.  
(suivant recommandations de NSC)





20. Coupe du casing 9" 5/8 vers 80 m (la position sera donnée plus précisément par le log CBL) et remontée du casing cutter, brancher la circulation sur la Tubing head afin d'établir une circulation inverse de nettoyage dans l'annulaire après la coupe.
21. Descendre le Release spear (NSC) et engager le casing 9" 5/8 coupé, soulever le casing et dégager les coins de suspension.
22. Remonter le casing 9" 5/8 en dégerbant.
23. Descendre la garniture de cimentation au top du bouchon n° 2.
24. Pose du bouchon de ciment n° 3 :
  - 1) volume laitier de 8 m<sup>3</sup> environ à d : 1,90,
  - 2) mixage eau douce,
  - 3) ciment type CEM III,
  - 4) déplacement du laitier dans les tiges à l'eau douce.
25. Remonter le sabot de la garniture de ciment à 3 ou 4 m sous la tête de puits.
26. Circuler pour le nettoyage du ciment sous la tête de puits.
27. Coupe du 13" 3/8 sous le Casing head et dégagement.
28. Pose de plaques de protections sur la cave pour le DTM.

Après la DTM de l'appareil de forage :

- démantèlement des bétons de la cave jusqu'à 3 à 4 m sous le niveau du sol,
- recoupe des excédents casing (13" 3/8 et 20") à 3 à 4 m du sol,
- les éventuels matériaux de remblais ayant servi à la construction de la plate forme seront également évacués et le site sera remis en l'état initial en utilisant la terre végétale stockée aux abords du chantier.

## 6. TRAITEMENT DES EFFLUENTS

Les effluents issus du forage seront traités par centrifugeuses.

Les excédents de solide en suspension seront éliminés par centrifugeuse.

Les solides seront collectés dans un bac où ils seront stabilisés, puis ils seront acheminés vers un centre de traitement agréé.

Après traitement, l'essentiel de la boue à l'huile sera reprise par la Société MI-SWACO chargée du suivi des caractéristiques de la boue.

La société MI-SWACO en charge du traitement des déblais assurera un suivi des caractéristiques des effluents liquides, afin de s'assurer que ceux-ci seront acceptés par les centres de traitement prévus, en fonction du type d'effluent.

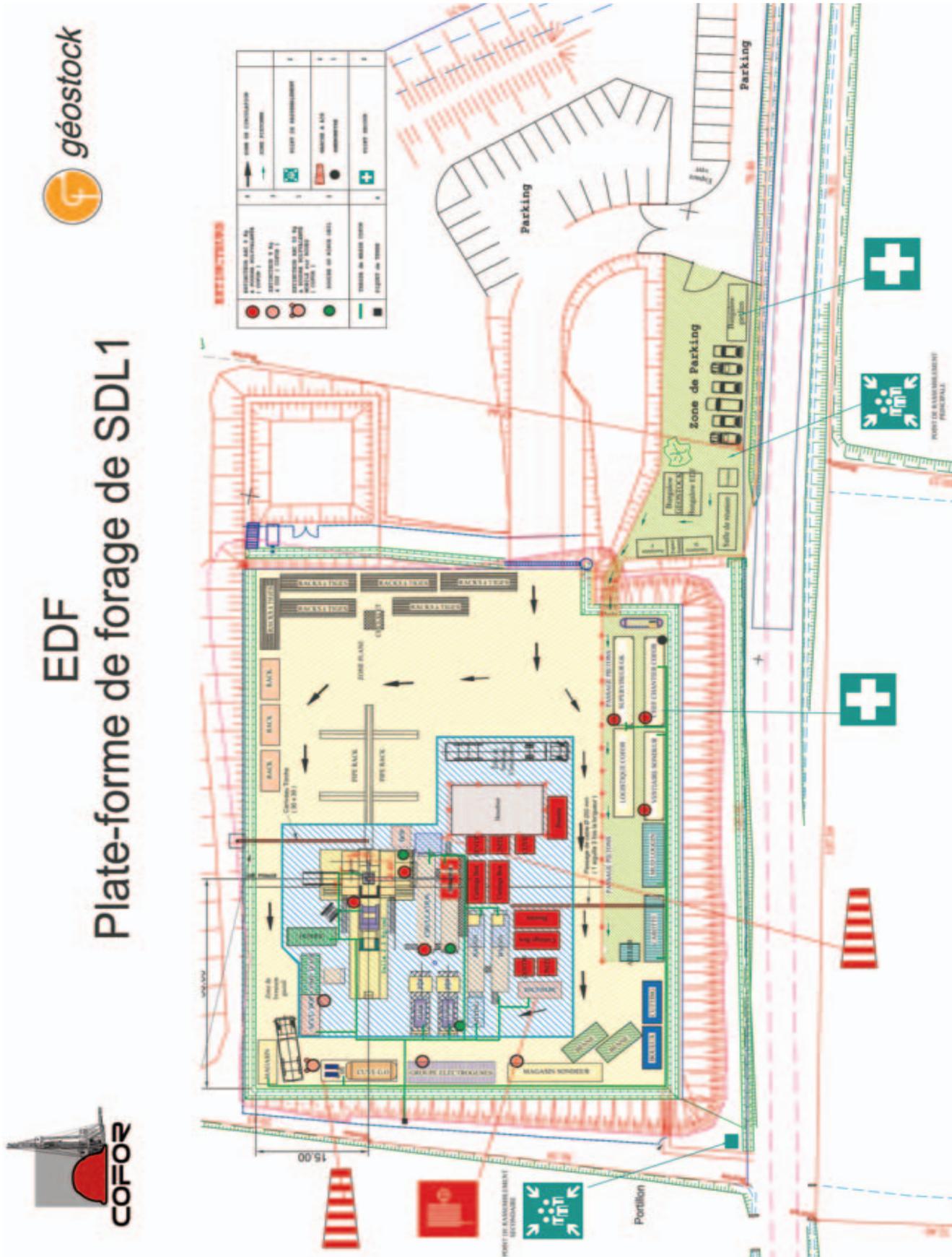
Tout transport d'effluents (liquide ou solide) devra faire l'objet d'un BSDI (Bordereau de Suivi de Déchets Industriels) avant départ du chantier, mentionnant le type d'effluent, l'origine et la destination ainsi que la quantité estimée.





PIÈCE N°2 :

PLAN D'IMPLANTATION DU CHANTIER DE FORAGE ET DES SOCIETES DE SERVICE





**ANNEXE 12 :  
COUPE DE FERMETURE  
DÉFINITIVE DU PUIS SDL1**





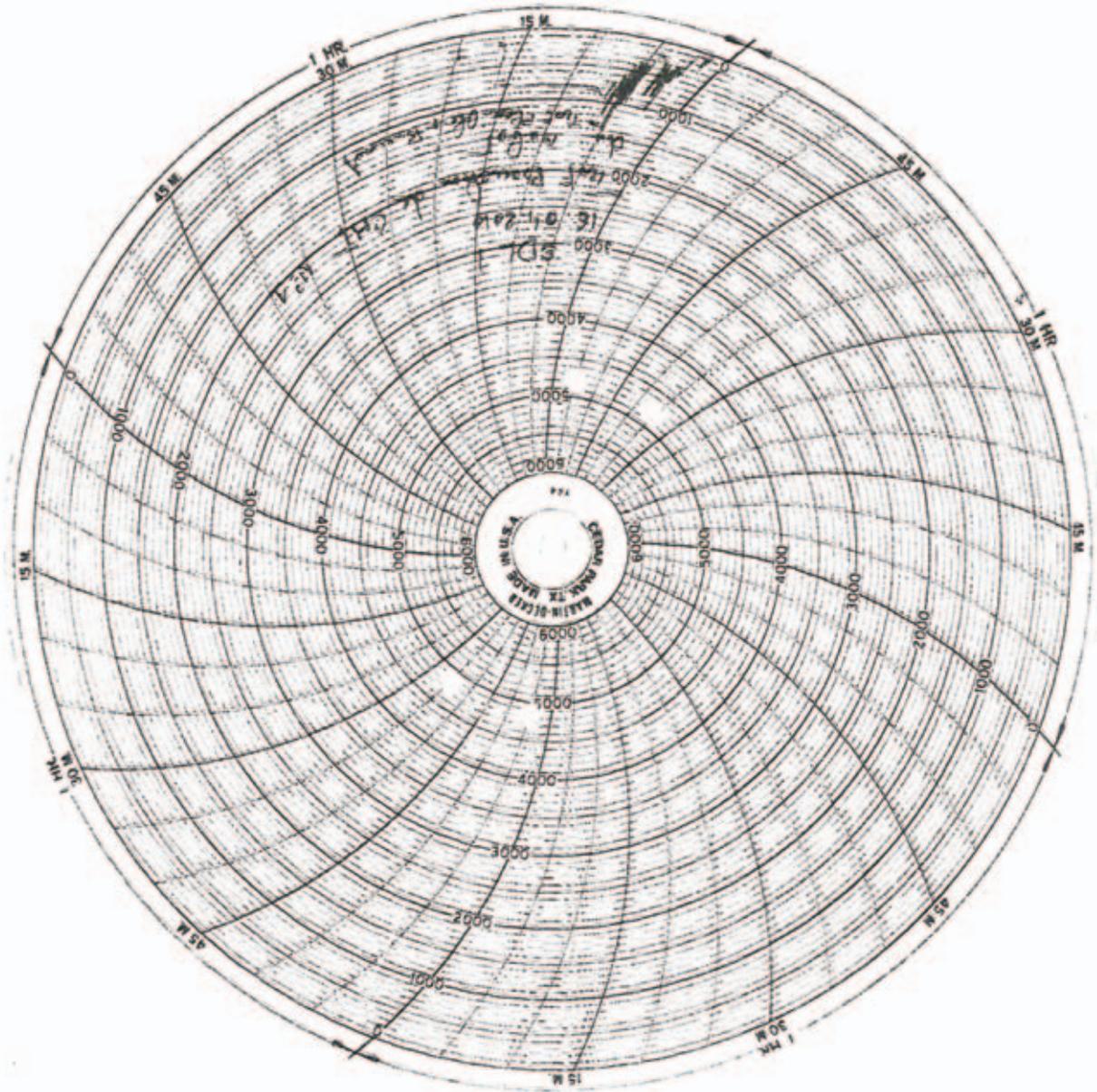


**ANNEXE 13 :**  
**TEST DU PREMIER BOUCHON**  
**DE CIMENT DE FOND**





## ANNEXE 13 : TEST DU PREMIER BOUCHON DE CIMENT DE FOND







Contact :

M. Fabien FAVRET - Chef de Projet : [fabien.favret@edf.fr](mailto:fabien.favret@edf.fr)

M. Sylvain BACLE - Chargé d'affaires : [sylvain.bacle@edf.fr](mailto:sylvain.bacle@edf.fr)

Direction Gaz - Tour EDF - 20, place de la Défense - 92050 Paris la Défense – France

[www.edf.com](http://www.edf.com)

SA. au capital de 924 433 331 euros - 552 081 317 R.C.S. Paris