

RECOURS AUX ONDES ÉLECTRO MAGNÉTIQUES

MISE EN OEUVRE D'UN DISPOSITIF ÉLECTROMAGNÉTIQUE SUR LE FORAGE BLONDEL À ROCHEFORT POUR LUTTER CONTRE LES DÉPÔTS

C. BARANGER, Antéa Group
C. PAULIN, PCH Conseil

Bilan à l'issue d'une période d'expérimentation de six mois et d'une période d'exploitation de deux années

■ FORAGE BLONDEL ET LE FACIES DE L'EAU MINÉRALE

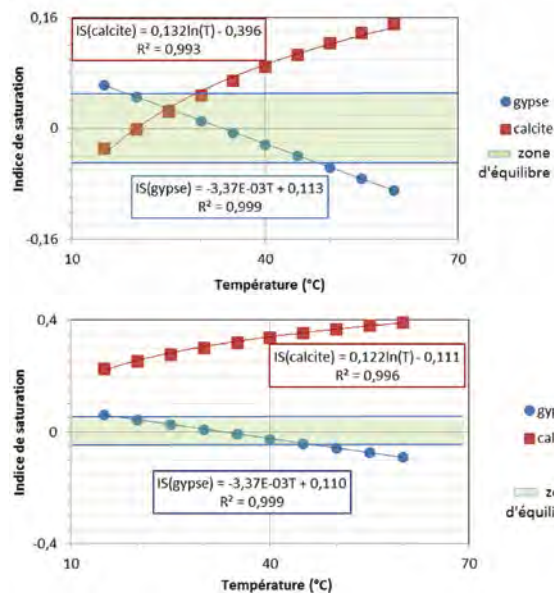
Les **thermes de Rochefort** sont alimentés en eau minérale par 2 forages profonds (> 850 m) qui captent le gisement d'eau thermique.

- le **forage** F2 appelé **Blondel** réalisé en 1989 qui descend jusqu'au socle cristallin (débit autorisation 15 m³/h) ;
- le **forage** dévié F3 appelé **Empereur II** réalisé en 2000 qui descend jusqu'au Lias (débit autorisation 50 m³/h).

L'eau des forages est fortement minéralisée (6860 µS/cm) et présente le même faciès physico-chimique : sulfatée (3500 mg/l), sodique (1150 mg/l) mais aussi chlorurée (500 mg/l), calcique (550 mg/l).

De nombreux dépôts de gypse, de calcite et d'oxyde ferrique sont présents dans la colonne d'exhaure et de transport du forage Blondel.

■ LES RAISONS DE LA PRÉCIPITATION DU GYPSE



L'étude hydrochimique montre que la thermodépendance de l'indice de saturation (IS) du gypse et de la calcite est différente pour les forages Blondel (haut) et Empereur (bas). Cette différence s'explique par le design propre aux ouvrages.

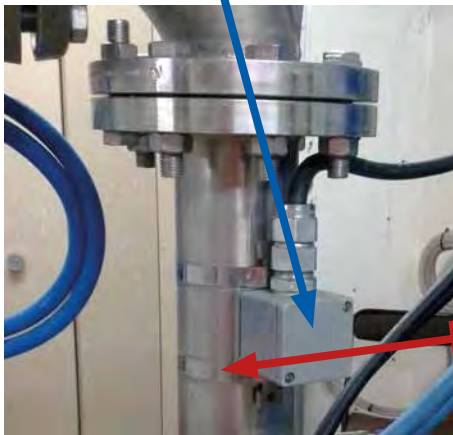
La précipitation de gypse s'expliquerait par la précipitation de la calcite qui servirait de germe.



■ PRÉSENTATION DU DISPOSITIF MIS EN PLACE

- Génération d'un champ électromagnétique :
 - émission d'un signal alternatif à haute fréquence par un dispositif non intrusif connecté par un collier inox sur la conduite d'exhaure en inox 316L du forage
- Le signal électrique se propage tout au long du pipe et dans le liquide conducteur.
- Le dispositif agit par induction d'une nucléation homogène en apportant une petite quantité d'énergie aux précurseurs de cristallisation de sorte que les cristaux se forment en suspension :
 - les sels cristallisent dans la solution et se trouvent entraînés par l'eau et ne fixent plus ;
 - dispositif préventif mais non curatif.

Point d'injection



Génération d'un champ électromagnétique

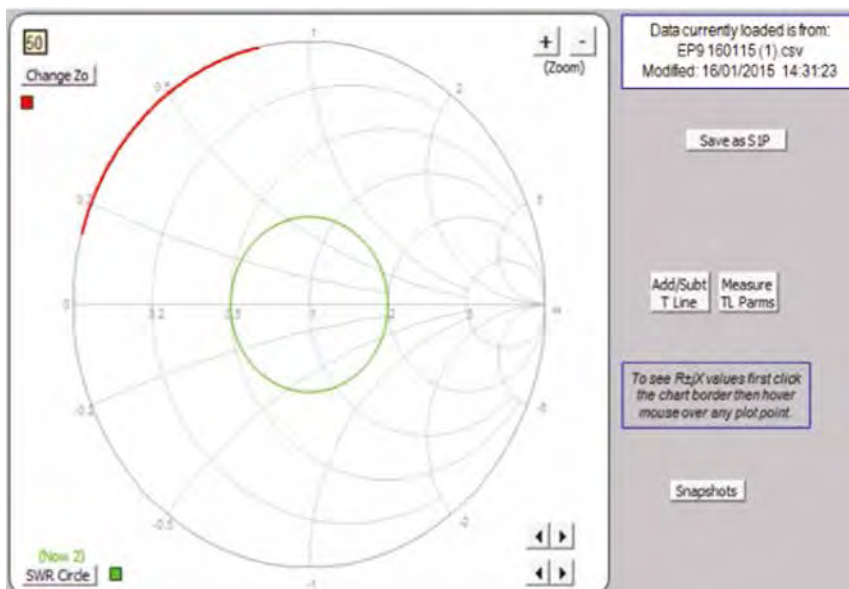
Émission d'un signal alternatif à haute fréquence par un dispositif non intrusif connecté par un collier inox sur la conduite d'exhaure en inox 316 L du forage

Antenne satellite



■ CONDITIONS PRÉALABLES À LA MISE EN ŒUVRE DU DISPOSITIF

1. Contrôle de la propagation du signal électrique : **impératif**
2. Absence de joints diélectriques : **pas de rupture du courant**
3. Absence de dépôts : **tubings neufs ou nettoyés**



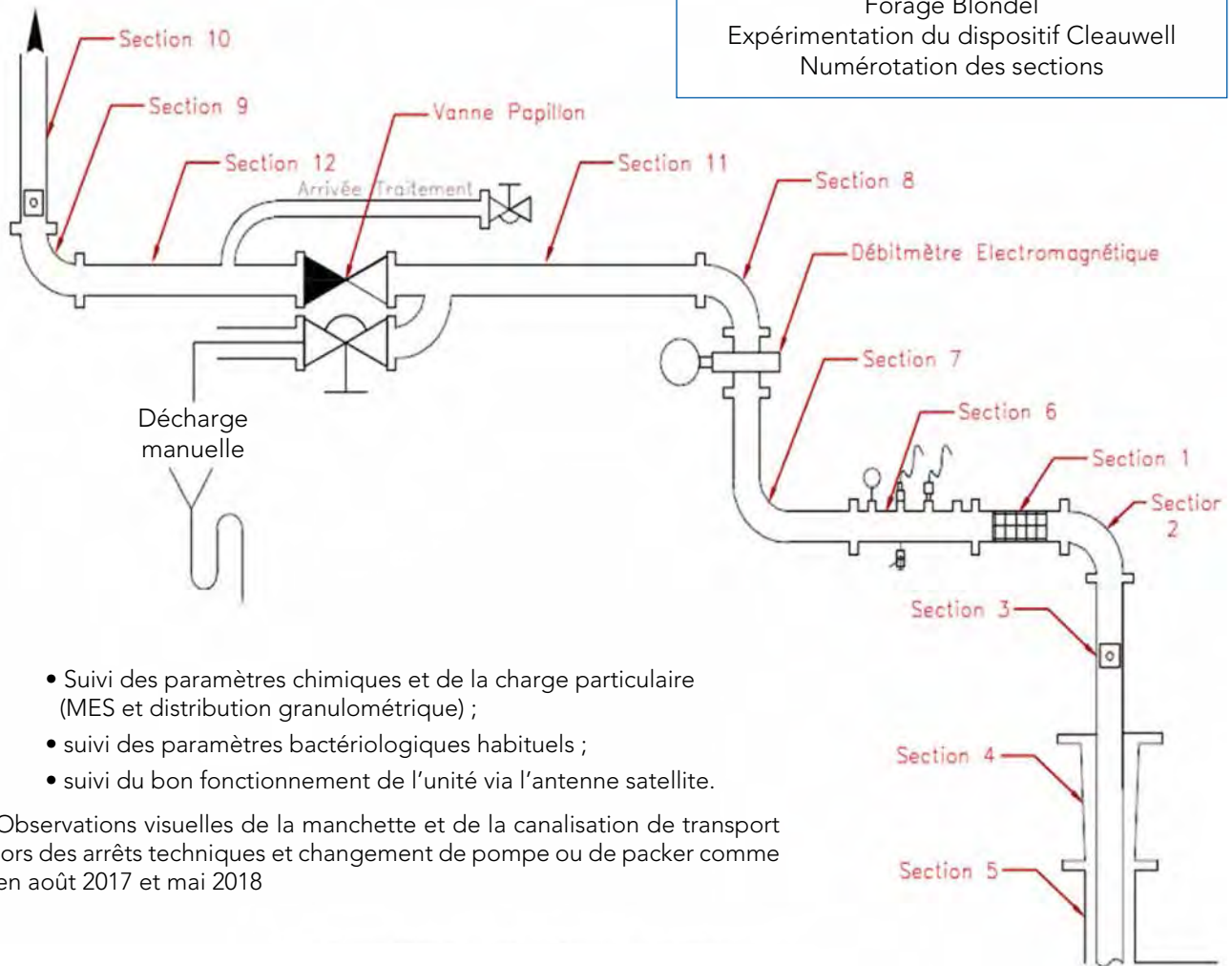
Le dispositif est préventif et non curatif.

Le scrapping du forage a été réalisé préalablement pour éliminer les dépôts existants.

■ PROTOCOLE DE SUIVI DE L'EXPÉRIMENTATION ET DE L'EXPLOITATION

Vers V1 bis - Local technique général

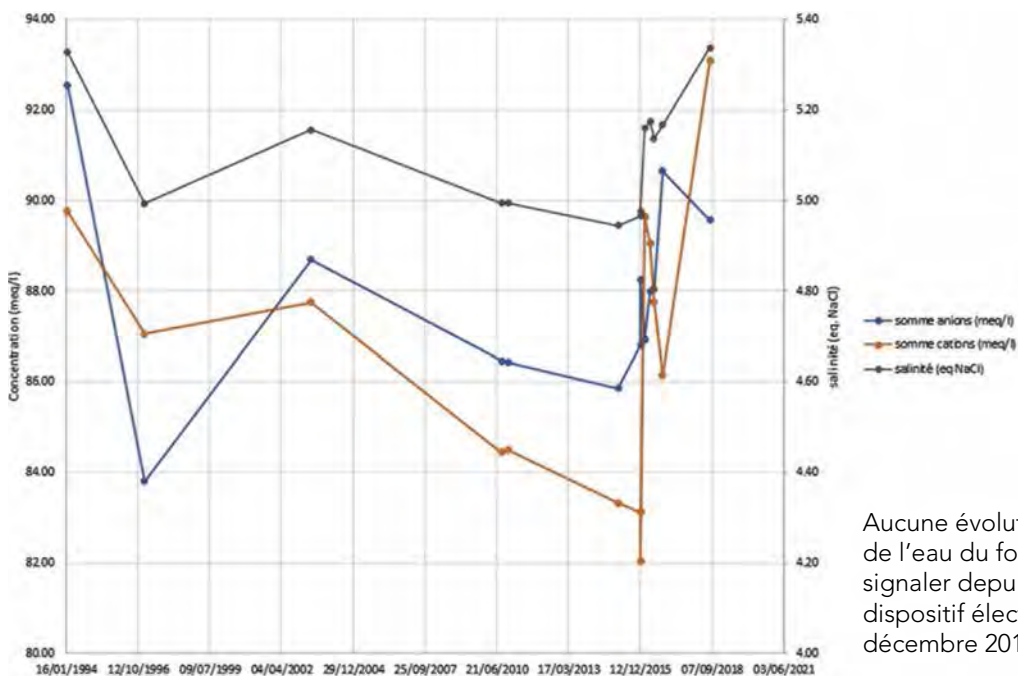
Forage Blondel
Expérimentation du dispositif Cleauwell
Numérotation des sections



- Suivi des paramètres chimiques et de la charge particulaire (MES et distribution granulométrique) ;
- suivi des paramètres bactériologiques habituels ;
- suivi du bon fonctionnement de l'unité via l'antenne satellite.

Observations visuelles de la manchette et de la canalisation de transport lors des arrêts techniques et changement de pompe ou de packer comme en août 2017 et mai 2018

■ RÉSULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES



Aucune évolution de la minéralisation de l'eau du forage Blondel n'est à signaler depuis la mise en place du dispositif électromagnétique en décembre 2015

RÉSULTATS DES ANALYSES BACTÉRIOLOGIQUES

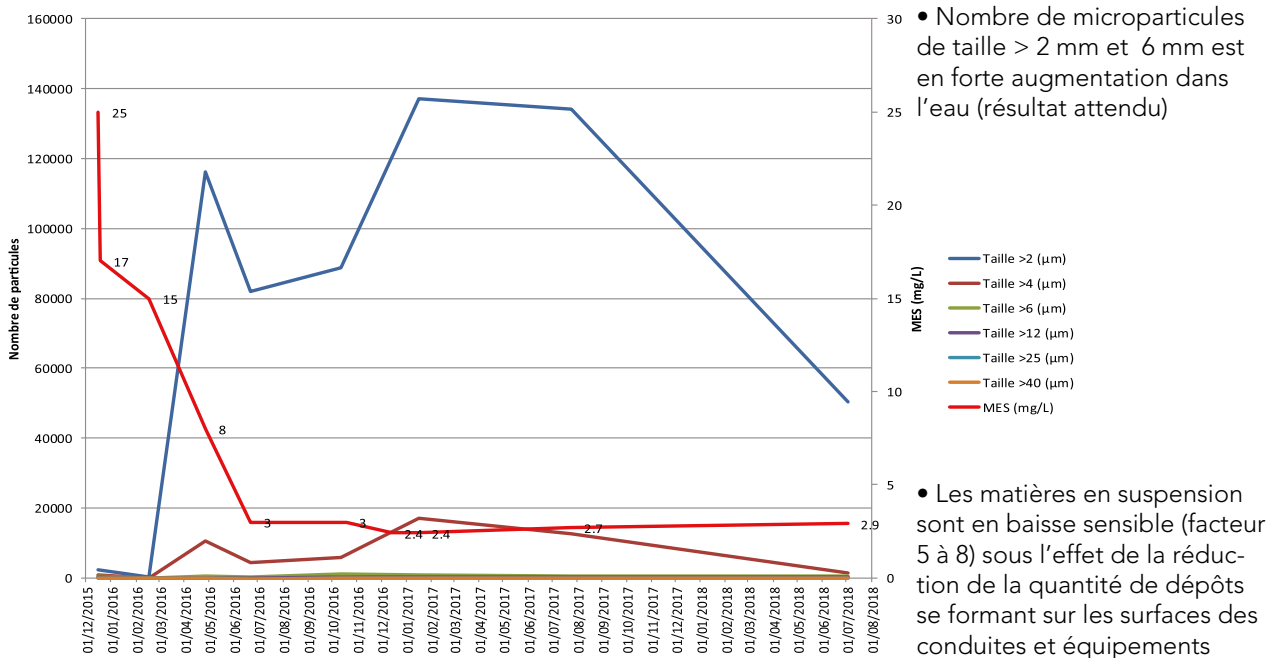
01/09/2017	A		0	0		0	0	0	0
04/09/2017	A		0	0		0	0	0	8
11/09/2017	A		1	0		0	0	0	30
25/09/2017	R		<1	<1	<1	<1	<1	<1	2
12/06/2018	R		29	<1	<1	<1	<1	<1	4
02/07/2018	A		1	0		0	0	0	0
Date	R (réglementaire) A (Autocontrôle)	Micro-organismes revivifiables à 22°C (UFC/mL)	Micro-organismes revivifiables à 36°C (UFC/mL)	Coliformes totaux UFC/250 mL	Coliformes thermotolérants UFC/250 mL	Escherichia coli UFC/250 mL	Entérocoques Intestinaux UFC/250 mL	Spores de micro-organismes ASR UFC/250 mL	Pseudomonas aeruginosa UFC/250 mL
16/07/2018	A		0	0		0	0	0	0
23/07/2018	A		22	0		0	0	0	0
06/08/2018	A		0	0		0	0	0	0
13/08/2018	R	<1	17	<1	<1	<1	<1	<1	<1
27/08/2018	A		8	0		0	0	0	0
06/09/2018	A		3	0		0	0	0	0
04/10/2018	A		8	0		0	0	0	0
08/10/2018	R		<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Tableau 6 : Résultats des analyses bactériologiques des échantillons d'eau prélevés en tête du forage F2 Bissel

Les résultats d'analyses microbiologiques montrent une amélioration de la qualité bactérienne à compter du mois de juin 2016 à septembre 2017 (pb de packer).

Après le changement de packer en mai 2018, la qualité est de nouveau conforme à la réglementation et valorisable en bains collectifs comme par le passé.

RÉSULTATS DES ANALYSES PARTICULAIRES



CONTRÔLES VISUELS DE LA CONDUITE DE SURFACE EN JUIN 2014 (16 mois d'exploitation SANS le dispositif)



Coude d'exhaure



section 6
cf diagramme p.45

Nombreux cristaux de taille importante obstruant la conduite de transport

■ CONTRÔLES VISUELS DE LA CONDUITE DE SURFACE LE 21 JUIN 2014 (12 mois d'exploitation AVEC le dispositif)



Vue de la surface interne de la section 1



Au premier plan, vue de la surface interne de la section 1 (manchette d'observation en verre) et en arrière plan, vue sur la section 6

Présence de fins cristaux éparses dans la partie en verre (section 1) de la manchette

■ OBSERVATIONS FAITES LE 28 AOÛT 2017

Opération de remontée des équipements du forage F2 pour changement de pompe (14 mois de service)



Absence de cristaux sur la pompe et sa zone d'aspiration.
Présence de cristaux sur la base de la manchette

CONCLUSIONS

• Les observations et enseignements tirés sur la qualité de l'eau du forage de Blondel : Composition physico-chimique de l'eau stable

Diminution des MES sous l'effet de la réduction de la quantité de dépôts se formant sur les surfaces des conduites et équipements

Eau minérale conforme à la réglementation au sens bactériologique, ce qui a permis son utilisation à compter de mars 2017 pour les soins après plusieurs années de mise en décharge

Avis favorable donné par l'ARS pour l'usage du dispositif

• Les observations et enseignements tirés sur l'évolution des dépôts dans et sur les canalisations d'exhaure et de transport

Présence de cristaux dans la conduite de transport en surface mais en quantité plus limitée et de taille plus faible qu'auparavant : nécessité d'un nettoyage annuel simple

Présence de microcristaux à l'intérieur de la colonne d'exhaure

présents en très faible quantité de juin 2016 à août 2017 (14 mois de fonctionnement) mais pas après août 2017. Qualité du nettoyage préalable du tubage peut être mise en cause ?

Absence de dépôt à l'extérieur de la colonne d'exhaure alors que le développement de cristaux était observé par le passé pour une durée d'immersion de 18 mois. Ces cristaux rendaient laborieux, coûteux (tous les 18 mois) les mouvements de pompe. Délai de mouvement de pompe repoussé à 3 ans.

• Enseignements tirés sur les conditions de mise en œuvre du dispositif sur le forage de Blondel :

Design de la conduite de transport : éviter les coudes, les joints, vannes... pour faciliter la propagation du signal électrique. La canalisation de transport en surface de Blondel n'est pas idéale et demanderait la mise en place d'antennes supplémentaires.

Etat des conduites : Le dispositif doit être appliqué sur des conduites propres (neuves ou parfaitement nettoyées). Ce n'est pas totalement vrai sur Blondel avec des dépôts indurés dans le casing du forage. Les concrétions servent alors de catalyseur.

Impact du dispositif : Corrosion suspecte des raccords et presse-étoupes de la platine à la base du packer dont l'origine n'est pas déterminée mais, à dire d'expert, indépendant du dispositif électromagnétique.