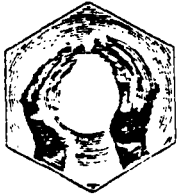




BRGM



A.F.M.E.

AGENCE FRANÇAISE
POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE
Délégation Régionale d'Ile-de-France

EXAMEN DES OPÉRATIONS GÉOTHERMIQUES
D'ILE-DE-FRANCE

87 453

PARTIE SOUS-SOL

Rapport de synthèse

Sevran

SERVICE D'INFORMATION
GÉOLOGIQUE
B. R. G. M.
B.P. 6009
45060 ORLÉANS CEDEX 2
Tél. 38 64 34 34

Gilbert BRETTE

CONFIDENTIEL

87 SGN 453 SIE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Service d'Information sur l'Énergie
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - Tél.: 38.64.34.34
AGENCE FRANÇAISE POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE
27, rue Louis-Vicat - 75015 PARIS

SOMMAIRE

1. Présentation

2. Caractéristiques des forages

3. Fonctionnement de la boucle géothermale

4. Evolution de la fourniture d'énergie géothermale

4.1 Evolution des températures d'eau géothermale

4.2 Evolution du débit

4.3 Production d'énergie géothermique

5. Comptes d'exploitation prévisionnels

5.1 Hypothèse optimiste

5.2 Hypothèse pessimiste

6. Conclusion

1. Présentation

La SODEDAT, maître d'ouvrage délégué exploite pour le SEAPFA (Syndicat d'Equipement et d'Aménagement de la Plaine de France et de l'Aulnoy), maître d'ouvrage un doublet géothermique installé à la périphérie d'Aulnay-sous-Bois mais fournissant de la chaleur géothermique à des locaux situés à Sevrans.

Les travaux de forage ont été achevés en juillet 1982, tandis que la mise en exploitation a démarré en octobre 1983.

2. Caractéristiques des forages

Les 2 forages ont été réalisés en déviation, avec des angles moyens de 45 et 36°.

Les 2 ouvrages ont été forés en petit diamètre (6" dans l'aquifère) : tout dépôt y crée des pertes de charge plus rapides et plus fortement perceptibles. Ils sont équipés de tubes en acier ordinaire. Les cimentations des tubages sont de qualité moyenne à médiocre dans la partie supérieure des ouvrages.

3. Fonctionnement de la boucle géothermale

L'exploitation du doublet de Sevrans se caractérise par :

- un taux de marche élevé de l'installation : les arrêts sont peu fréquents et de courte durée. Les arrêts de longue durée (plusieurs jours) sont rares.
- un très grand nombre d'incidents concerne la pompe de réinjection.
- une durée de vie importante (3.5 ans) de la première pompe de production.
- l'absence de percement ou éclatement des conduites de surface.

- l'absence de dépôts importants dans la boucle géothermale de surface, y compris échangeurs, pendant les 3.5 premières années de fonctionnement. Cependant des venues brutales et importantes de dépôts sulfurés se sont produites en mai 1987.
- une baisse importante des débits d'exploitation.

4. Evolution de la fourniture d'énergie géothermale

4.1 Evolution des températures d'eau géothermale

La température en tête est de 68°C et n'a présenté jusqu'ici aucune évolution anormale.

4.2 Evolution du débit

Le débit prévisionnel de 275 m³/h n'a pu être atteint en exploitation continue. On note d'autre part une décroissance du débit exploitable, qui s'accroît après chaque période de fonctionnement en ralenti (marche d'été) et chaque arrêt. Une opération de curage des 2 forages, à l'été 86, a permis d'augmenter fortement le débit exploitable, sans toutefois atteindre le débit nominal de 275 m³/h. Mais de nouveaux dépôts se sont formés et après quelques mois seulement d'exploitation, le débit a de nouveau chuté à 185 m³/h (avril 1987).

4.3 Production d'énergie géothermique

Les valeurs globales annuelles sont les suivantes :

| SAISON | 10/83 - 6/84 | 7/84 - 6/85 | 7/85 - 6/86 |
|-----------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| Energie géothermique MWh utile | 23 564 | 26 637 | 25 813 |
| Taux de couverture | 40 . 1% | 42 . 6% | 39 . 6% |

Le taux de couverture prévisionnel était de 58%, avec un débit de 275 m³/h.

5. Comptes d'exploitation prévisionnels

Les dépenses occasionnées par l'exploitation de la boucle géothermale sont ici prises en charge essentiellement par le fermier (SAC), dans le cadre de son contrat de chauffage.

L'exploitant a en effet à sa charge l'entretien et la maintenance des installations (sauf les forages), ainsi que les dépenses d'énergie (dont l'électricité des pompes de production et injection).

Le Maître d'ouvrage supporte les dépenses liées aux forages proprement dits, pour lesquels il a souscrit un contrat SAF. Il supporte aussi les dépenses sur la boucle où la responsabilité du fermier n'est pas engagée.

Pour le compte prévisionnel d'exploitation, 2 hypothèses (scénarios optimiste et pessimiste) seront faites ici. Chaque scénario tente une approche sur :

- les débits géothermaux (qui vont conditionner l'appoint nécessaire)
- les dépenses propres aux forages

Pour le scénario pessimiste, une renégociation du contrat de l'exploitant est à prévoir.

5.1. Hypothèse optimiste

- . Un traitement par inhibiteurs de corrosion et bactéricides permet de limiter le développement des dépôts. Le produit est injecté par une ligne de fond.
- . Ce traitement est mené après nouvelle réhabilitation des 2 forages, exécutée pour la prochaine saison de chauffe.
- . On suppose ici que la réhabilitation pourra être menée avec une méthode légère ("hérisson", "cofléxip" etc...) bien que cette méthode n'ait pas

encore fait pleinement ses preuves.

- . Les débits sont sensiblement maintenus.
- . On suppose qu'il n'y aura pas nécessité de rechemiser, totalement ou partiellement, le forage d'ici l'an 2000.
- . Le taux de marche de la boucle géothermale reste élevé (98%)
- . En première approximation, la consommation électrique des pompes est supposée sensiblement constante : le moteur conserve le même régime, la baisse de débit étant contrebalancée par une augmentation des pertes de charge.
- . Des contrôles de tubages pourront être opérés tous les 3 ans environ. Pour minimiser les coûts, ces contrôles sont supposés être faits, pour la production, lors des opérations de remontée-descente de pompe.

COMPTES D'EXPLOITATION PREVISIONNELS

SEVRAN - SCENARIO 1

| ANNEE | 95 - 96 | 96 - 97 | 97 - 98 | 98 - 99 | 99-2000 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------|---------|--------------|
| MWh géothermal Débit | 190 | 190 | 190 | 190 | 190 |
| P'1 . Electricité MWh | } | | | | |
| P2 . Contrat suivi . Dépenses sous-sol | | INCLUS | DANS | | |
| P3 . contrat maintenance pompe exhaure . Gros entretien pompe injection . Gros entretien échangeur . Gros entretien ré- seau boucle surface . Gros entretien variateurs . Divers . Ligne de fond maté- riel de surface pour injection . Produits inhibiteurs . Contrôle tubages . Réfection tubages avec SAF sans . Acidification avec SAF sans . Réhabilitation avec SAF sans . Imprévus (5% du P3) | | CONTRAT | SAC | | |
| | 100 | 100 60+60 | 100 | 100 | 100 60+60 |
| | 540 2X400 | | | | |
| | 45 | 50 | 45 | 45 | 50 |
| Assurance (Pertes d'exploitation bris machines) p.m | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 |
| Frais de gestion du M.O. délégué p. m | | | | | |

5.2 Hypothèse pessimiste

- . La formation des dépôts n'est pas enrayée, (traitement inefficace ou inexistant).
- . Les débits décroissent fortement. Le dépôt pouvant avoir aussi un rôle protecteur, il est possible qu'on observe un ralentissement de la diminution de débit, voire une stabilisation. Les lois de croissance des dépôts n'étant pas connues, il n'est pas possible d'établir les débits correspondants. Les valeurs indiquées sont donc hypothétiques.
- . On cherche à éviter les variations de débit et le débit est maintenu en été.
- . Il n'est pas prévu ici de réhabilitations, qui ne permettent qu'une amélioration passagère s'il n'y a pas de traitement anti-corrosion efficace. Par contre des dégorgements suivis de circulations avec filtrations sont ici prévues et pourront avoir lieu après des arrêts, volontaires ou non.
- . Les divers matériels risquent de se dégrader plus rapidement. En particulier les casings risquent de devenir encore plus rugueux et même de percer localement. L'importance du rechemisage à opérer est difficilement prévisible. Les pompes de production risquent d'avoir une durée de vie écourtée, de l'ordre de 2 ans. Des filtres complémentaires, mis en parallèle et permettant un nettoyage plus facile peuvent être envisagés.
- . La disponibilité de la boucle géothermale tombe à 90%.
- . En première approximation, la consommation électrique des pompes est supposée sensiblement constante ; le moteur conserve le même régime, la baisse de débit étant contrebalancée par une augmentation des pertes de charge.
- . Des contrôles de tubages pourront être opérés tous les 3 ans environ. Pour minimiser les coûts, ces contrôles sont supposés être faits, pour la

production, lors des opérations de remontée, descente de pompe.

- . Si un rechemisage est nécessaire, après constatation de percements, il s'ensuivra une diminution de débit due à la réduction de diamètre (environ 30%). par contre la mise en place du nouveau tubage (matériaux composites) devrait permettre :

- des pertes de charge moins importantes (faible rugosité de paroi) d'où amélioration du débit.
- une élimination préalable des dépôts, par moyen mécanique.

Si les dépôts proviennent d'une corrosion des tubages métalliques, et si le rechemisage est partiel, il est possible que de nouveaux dépôts se forment sur les tubes en matériaux composites, particulièrement lors des arrêts. Un rechemisage partiel a été envisagé, de façon arbitraire, pour la saison 96-97.

COMPTES D'EXPLOITATION PREVISIONNELS

SEVRAN - SCENARIO 2

| ANNEE | 95 - 96 | 96 - 97 | 97 - 98 | 98 - 99 | 99-2000 |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| MWh géothermal | | | | | |
| Débit | 110 | 90 | 80 | 80 | 80 |
| P'1 | | | | | |
| . Electricité MWh | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 | 2900 |
| P2 | | | | | |
| . Contrat suivi | 125 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| . Dépenses sous-sol | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| . Produits inhibiteurs | | | | | |
| P3 | | | | | |
| . contrat maintenance pompe exhaure | 670 | 670 | 670 | 670 | 670 |
| . Gros entretien pompe injection | | 1000 | | | |
| . Gros entretien échangeur | 50 | +1400 | | | |
| . Gros entretien réseau boucle surface | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| . Gros entretien variateurs | | 700 | | | |
| . Divers | | | | | |
| . Ligne de fond matériel de surface pour injection | | | | | |
| . Produits inhibiteurs | | | | | |
| . Contrôle tubages | | 60+60 | | | 60+60 |
| . Réfection tubages avec SAF sans | | 540 | | | |
| | | 2x2000? | | | |
| . Dégorgements avec SAF sans | | | | | |
| . Réhabilitation avec SAF sans | | | | | |
| . Imprévus (5% P3) | 40 | 220 | 40 | 40 | 45 |
| Assurance (Pertes d'exploitation bris machines) p.m | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 |
| Frais de gestion du M.O. délégué p. m | | | | | |

6. Conclusion

L'exploitation du doublet géothermique de Sevrans se caractérise, pendant les 4 premières années d'exploitation, par l'absence d'incidents majeurs, par un taux de marche élevé des installations, mais aussi par une décroissance importante des débits.

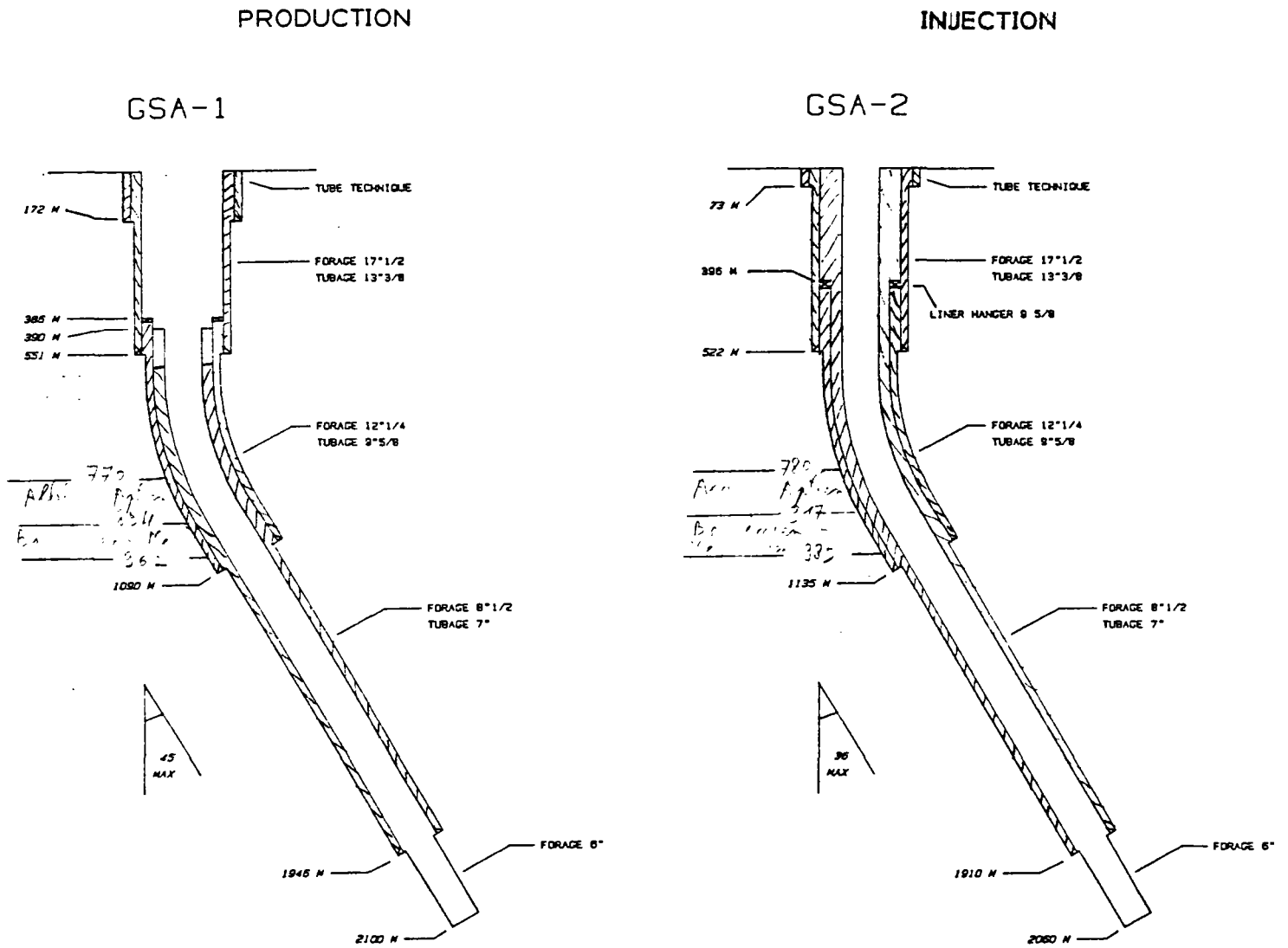
La réhabilitation, de l'été 1986, sur les 2 forages, n'a permis qu'une amélioration très temporaire, et semble avoir favorisé, après un arrêt dû à un changement de pompe, la venue massive de dépôts sulfurés. La décroissance des débits, après réhabilitation a été plus rapide.

Il paraît exclu de vouloir exploiter au débit le plus élevé possible sans opérer de traitement destiné à limiter la formation des dépôts. Les conditions optimales de traitement (dosages ; profondeur d'injection...) restent encore à établir.

Si aucun traitement n'est tenté, le débit exploitable sera fortement réduit. Cependant, le dépôt pouvant également avoir un rôle protecteur, il est possible qu'un équilibre s'établisse et que le débit ne décroisse plus. Une élimination partielle des dépôts par dégorgements peut être envisagée. Cette dernière solution s'accompagnera d'une dégradation plus rapide des matériels et de l'amplification des risques de percement des casings (avec répercussion éventuelle sur l'environnement et les aquifères d'eau douce).

Figure 2.

COUPES TECHNIQUES DES FORAGES



D'après documents CFG

Figure 3.

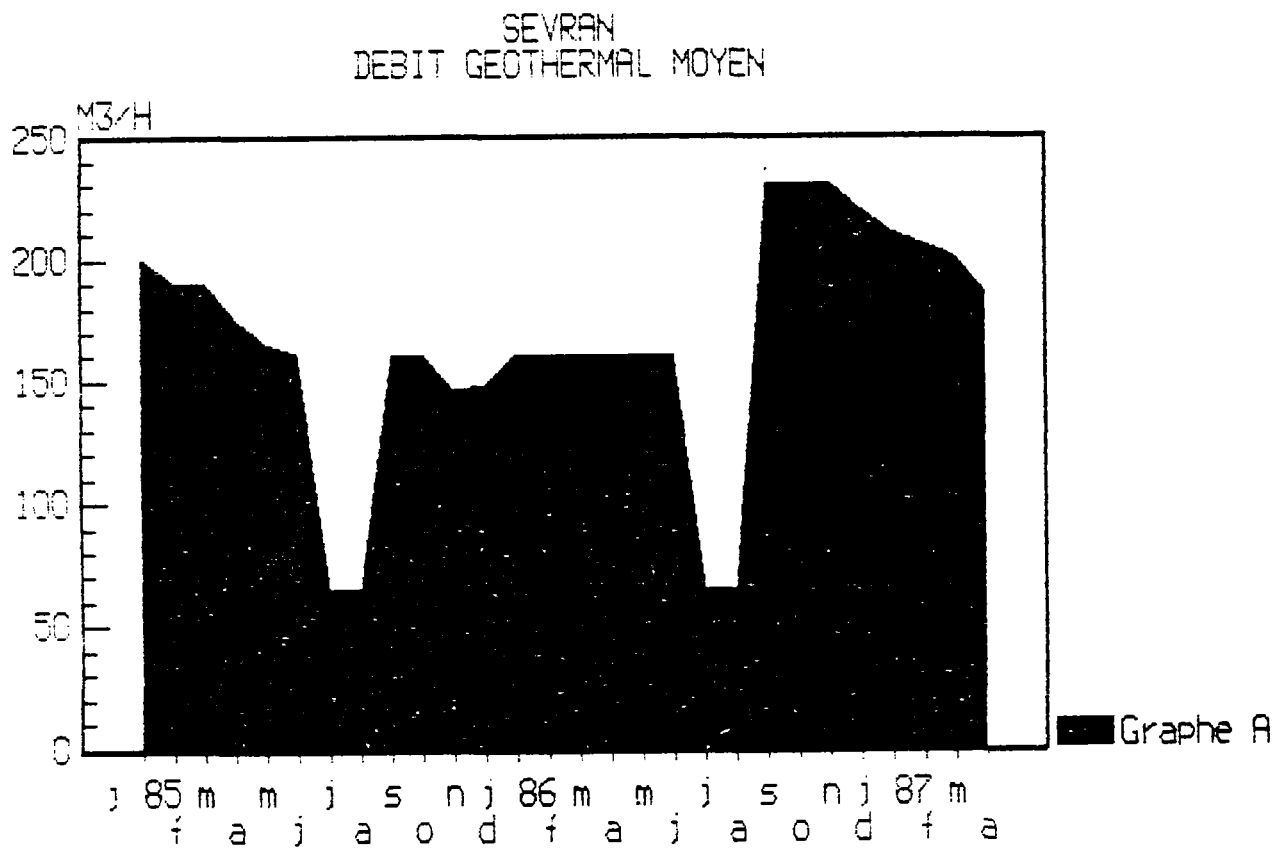


Figure 4.

