



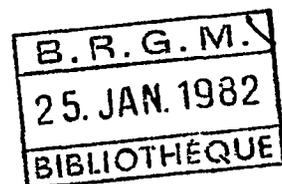
BRGM

ETUDE D'IMPACT
DES TRAVAUX DE FORAGE GEOTHERMIQUE
D'EPERNAY A MONT-BERNON

Par
D. RAMBAUD
avec la participation de
P. COURTOT et A. MORFAUX

81 SGN 405 CHA

juin 1981



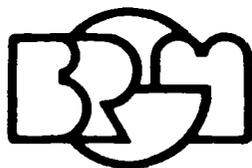
VILLE D'EPERNAY

S. E. D. M. A.

5, rue Piper - 51100-REIMS

**ETUDE D'IMPACT
DES TRAVAUX DE FORAGE GEOTHERMIQUE
D'EPERNAY - MONT BERNON**

Par D. RAMBAUD
avec la participation de P. COURTOT
et A. MORFAUX



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 63.80.01

Service géologique régional CHAMPAGNE-ARDENNE

13, boulevard du Général Leclerc - 51100 Reims

Tél.: (26) 49.93.40

ETUDE D'IMPACT DES TRAVAUX DE FORAGES GEOTHERMIQUES
D'EPERNAY -- LE BERNON

-0-0-0-0-0-0-

R E S U M E

A la demande de la Société d'Equipement des Deux Marnes (S.E.D.M.A.), le Service Géologique Régional Champagne-Ardenne du B.R.G.M. a réalisé l'étude d'impact des travaux de forages géothermiques d'Epernay-Mont Bernon.

Un premier forage profond de 1800 m voire 1930 m en cas de reconnaissance du Bajocien doit être entrepris dans le secteur est de la ville d'Epernay pour chauffer principalement les logements de Bernon I.

Après examen d'un certain nombre de sites susceptibles de recevoir les installations de forage, le choix s'est porté sur le Petit Bernon, à partir duquel serait réalisé le doublet : un forage droit et un forage dévié.

Ce lieu a été classé comme site et monument naturel en 1963, aussi l'étude d'impact revêt-elle un intérêt particulier en ce qui concerne la protection de l'environnement et le réaménagement à prévoir après les travaux de forage (l'aspect réaménagement du site est traité séparément par un paysagiste aménageur).

Par ailleurs, ce site se trouvant en zone rurale (vignoble de champagne) assez loin d'habitations (200 m pour les plus proches), aucune nuisance très contraignante n'est à redouter pour le voisinage. Seuls des problèmes de circulation sont à craindre pour les riverains et les utilisateurs du chemin étroit dit de la Source.

Une circulation à sens unique pourrait être envisagée le temps de travaux (2 à 3 mois pour réaliser les deux forages).

En définitive, l'aspect fondamental des travaux de forage géothermique est leur courte durée ; il en résulte que les gênes, si elles ne sont pas trop importantes, peuvent être acceptables. En effet, les installations permanentes (têtes de puits et locaux de production et réinjection) ne causent plus aucune perturbation au cours de l'exploitation.

En ce qui concerne la protection des eaux souterraines, toutes les mesures devront être prises pour éviter toute communication entre aquifères (cimentations et tubages) et toute pollution de la nappe de la craie (bourbiers étanches).

81 SGN 405 CHA

	<u>Pages</u>
2 - ANALYSE DES EFFETS DES TRAVAUX SUR L'ENVIRONNEMENT	22
2.1 - DEFINITION DU PROJET	22
2.1.1 - Principales caractéristiques du réservoir prospecté ...	22
2.1.2 - Caractéristiques techniques des forages	22
2.1.2.1 - Forage de production.....	24
2.1.2.2 - Forage de réinjection	26
2.1.3 - Chantier provisoire pour l'exécution des forages	27
2.1.3.1 - Technique de forage utilisée	27
2.1.3.2 - Mise en oeuvre de l'aire du chantier de forage	29
2.1.4 - Caractéristiques économiques du projet	30
2.1.4.1 - Bilan énergétique	30
2.1.4.2 - Etude financière	34
2.1.5 - Fonctionnement de l'installation géothermique	36
2.1.5.1 - Centrales géothermiques	36
2.1.5.2 - Caractéristiques des réseaux de distribution.	37
2.2 - EVALUATION DES IMPACTS DUS AU PROJET	39
2.2.1 - Impact sur le milieu naturel	39
2.2.1.1 - Le sol	39
2.2.1.2 - Le sous-sol	39
2.2.1.3 - Les eaux de surface	40
2.2.1.4 - Les eaux souterraines	41
2.2.1.5 - La faune et la flore	42
2.2.1.6 - Le paysage et l'occupation des sols	42
a) Perception visuelle du site.....	42
b) Occupation des sols	43
2.2.2 - Impact sur le voisinage	43
2.2.2.1 - Bruits, vibrations et poussières	43
2.2.2.2 - Odeurs, dégagements gazeux	46
2.2.2.3 - Circulation afférente au chantier	46

	<u>Pages</u>
2.2.3 - Impact sur les infrastructures	47
2.2.3.1 - Réseau d'alimentation en eau potable	47
2.2.3.2 - Réseau d'eaux pluviales	47
2.2.3.3 - Voiries	47
2.2.4 - Impact socio économique	48
3 - RAISONS POUR LESQUELLES LE PROJET A ETE RETENU	49
3.1 - CONDITIONS GEOLOGIQUES, HYDROGEOLOGIQUES ET ECONOMIQUES.....	49
3.2 - ENVIRONNEMENT DES SITES DE FORAGES EXAMINES	49
3.3 - PROTECTION DU SITE CLASSE	50
4 - MESURES ENVISAGEES POUR PREVENIR, SUPPRIMER, REDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER LES CONSEQUENCES DOMMAGEABLES	51
4.1 - MESURES CONTRE LES EFFETS SUR LE MILIEU NATUREL	51
4.1.1 - Le sol	51
4.1.2 - Le sous-sol	51
4.1.3 - Les eaux de surface	52
4.1.4 - Les eaux souterraines	53
4.1.5 - La faune et la flore	54
4.1.6 - Le paysage et l'occupation des sols	54
4.2 - MESURES CONTRE LES EFFETS SUR LE VOISINAGE	55
4.2.1 - Bruits, vibrations et poussières	55
4.2.2 - Dégagements gazeux - Odeurs	55
4.2.3 - Circulation de véhicules	56
4.2.4 - Chantier	56
4.3 - MESURES CONTRE LES EFFETS SUR LES INFRASTRUCTURES	57
4.3.1 - Adduction d'eau	57
4.3.2 - Réseau d'eaux pluviales	57
4.3.3 - Voiries	58
4.4 - MESURES CONTRE LES EFFETS SOCIO ECONOMIQUES	58

	<u>Pages</u>
4.5 - ESTIMATION DES DEPENSES NECESSAIRES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	59
5 - REMISE EN ETAT DES LIEUX	60
5.1 - PHASE IMMEDIATE	60
5.2 - PHASE ULTERIEURE	60
CONCLUSION	61

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : Situation de l'étude.

FIGURE 2 : Localisation du doublet géothermique.

FIGURE 3 : Profils topographiques à travers le Mont Bernon, occupation des sols.

FIGURE 4 : Esquisse piézométrique de la nappe de la craie.

FIGURE 5 : Résultats des points de mesure de bruit (chantier de Melleray).

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : Coupe géologique prévisionnelle sommaire.

TABLEAU 2 : Caractéristiques hydrogéologiques résumées du Dogger.

TABLEAU 3 : Bilan énergétique global.

TABLEAU 4 : Bilan économique global.

LISTE DES PLANCHES ANNEXEES

PLANCHE I : Situation de l'aire du chantier de forages et des principales infrastructures. Echelle 1/2.000.

PLANCHE II : Emprise du chantier de forages (plan indicatif de la situation des bourbiers et forages. Echelle 1/200.

LISTE DES PHOTOS

Couverture : Bernon I - Principal centre d'utilisation de la géothermie (vue aérienne de l'Est).

Page 5 : Extrait d'une photo aérienne IGN (le site de géothermie).

PHOTO 1 : Situation du projet de géothermie (vue aérienne du Sud) à droite le Petit Bernon, vue de l'accès au projet de plateforme, à gauche le Mont Bernon.

PHOTO 2 : L'accès au projet de plateforme.

PHOTO 3 : Du lotissement de la Belle Noue, vue du Petit Bernon (à gauche) et du Mont Bernon (à droite), face nord.

PHOTO 4 : Vue aérienne du Petit Bernon (à gauche), du Mont Bernon (à droite) et des maisons les plus proches (au milieu), face nord.

PHOTO 5 : Une machine de forage (sondage pétrolier de Bussy Lettrée).

PHOTO 6 : L'aire de chantier de forage de Reims Murigny (amenée des tubages sur le parc à tubes).

PHOTO 7 : Une tête de puits géothermique.

PHOTO 8 : Mise en place d'un film synthétique d'étanchéité de borbier.

PHOTO 9 : Les bacs à boue et le borbier (second plan) d'un chantier de forage.

I N T R O D U C T I O N

La S.E.D.M.A (Société d'Équipement des Deux Marnes), agissant en tant que maître d'ouvrage pour le compte de la ville d'Épernay, envisage d'utiliser l'énergie géothermique pour le chauffage de logements collectifs (dont principalement l'ensemble Bernon I) et d'équipements.

Compte-tenu du projet et conformément à la loi sur la protection de la nature du 10 juillet 1976 et à son décret d'application du 12 octobre 1977 (article 2), le Service Géologique Régional du B.R.G.M. a été chargé par le Département Géothermie du B.R.G.M. de réaliser l'étude d'impact du projet de forages géothermiques.

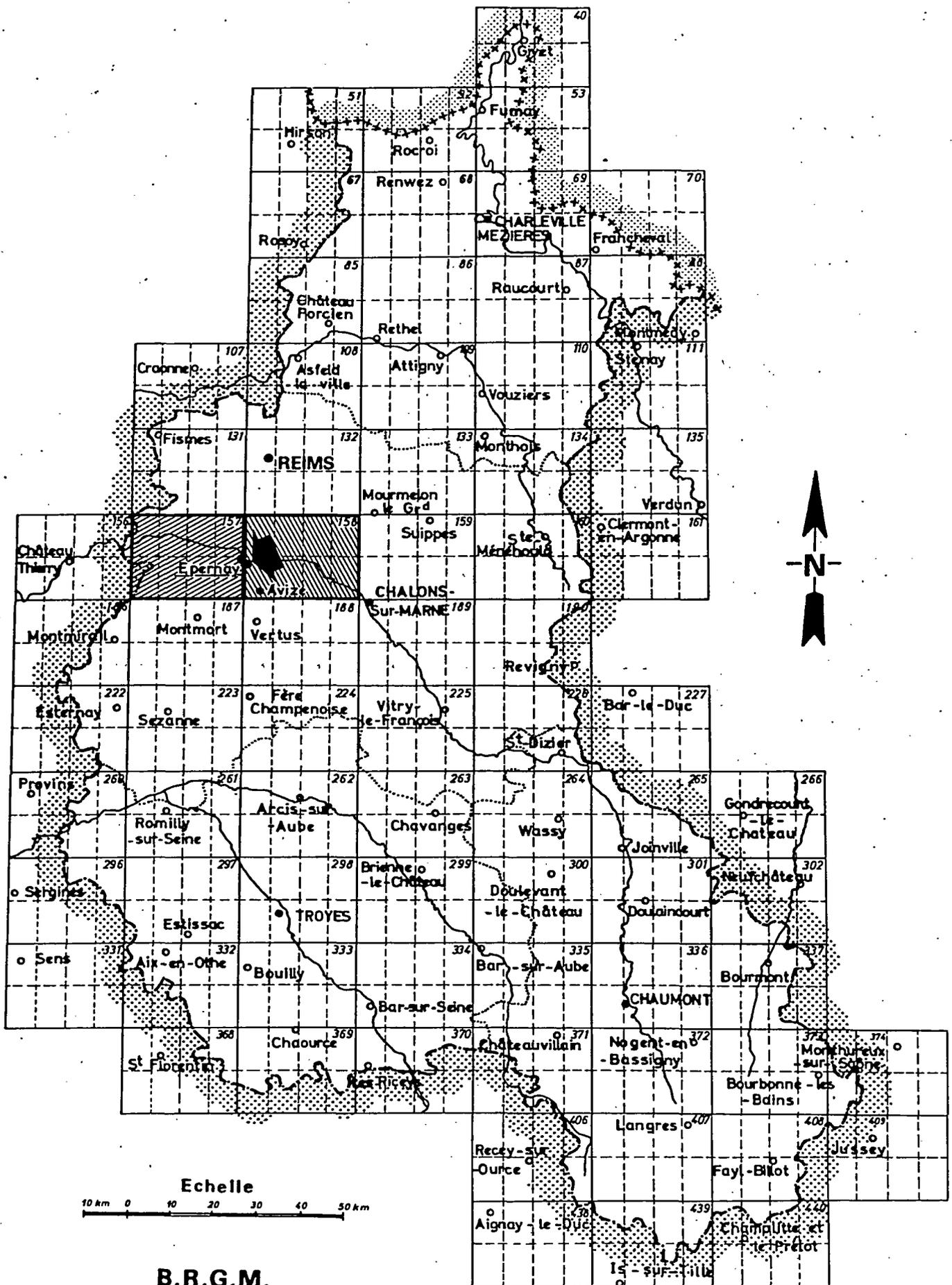
Cette étude, réalisée en parallèle à la demande d'autorisation de recherche doit être jointe au dossier du projet qui est soumis à l'enquête publique réglementaire.

Elle comporte cinq parties :

- Etude de l'état initial du site,
- Analyse des travaux de forage sur l'environnement,
- Raisons pour lesquelles le projet a été retenu,
- Mesures envisagées pour prévenir, supprimer, réduire ou compenser les conséquences dommageables des travaux de forage sur l'environnement,
- Remise en état des lieux à l'issue du chantier.

Ce dernier aspect, compte-tenu de son caractère particulier dans le cadre d'un site classé, est traité séparément par un paysagiste aménageur.

Situation de l'étude.



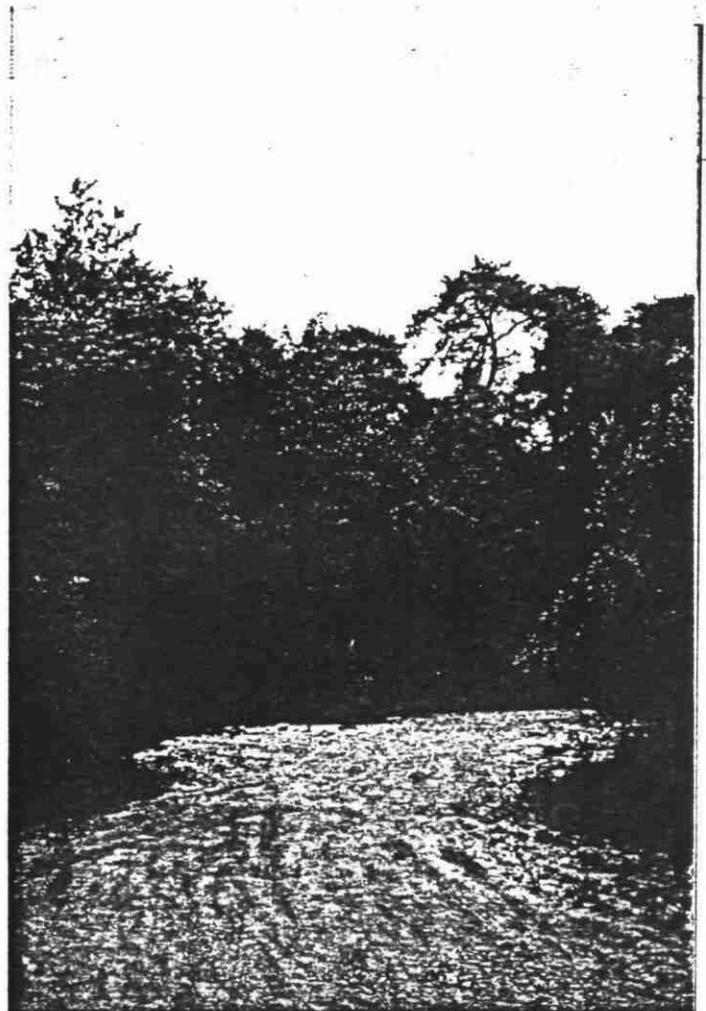
B.R.G.M.
S.G.R. Champagne - Ardenne.



Photo 1 : situation du projet de géothermie (vue aérienne du Sud)

- . à droite, le Petit Bernon, vue de l'accès au site de plateforme.
- . à gauche, le Mont Bernon.
- . en arrière plan, Bernon I.

Photo 2 : vue de l'accès au site de plateforme.



1 - ETUDE DE L'ETAT INITIAL DU SITE

1.1 - SITUATION DU PROJET

1.1.1 - Situation géographique

Le projet de forage géothermique se situe sur la commune d'Epernay (Marne), dans la partie ouest de la région de Champagne-Ardenne (figure 1).

En périphérie est de la vallée d'Epernay est édiflée la ZAC de Bernon I représentant la zone principale d'utilisation de l'énergie géothermique (1448 logements) (Cf. photo de couverture).

A 500 mètres au Sud de ce lotissement, domine le Mont Bernon (+ 207,8 m NGF) qui constitue le relief culminant de cette région. Au Sud-Est (400 m environ), se trouve une sorte de promontoire du Mont Bernon, légèrement moins élevé, 175 à 180 m NGF, dénommé localement le "Petit Bernon" (figures 2 et 3, photo 1).

Le doublet géothermique (forage de production et forage de réinjection) a été implanté sur ce site boisé, en bordure immédiate (40 m) du chemin rural n° 10 dit de la source (Cf. planche I et extrait de photo IGN page suivante).

Les coordonnées Lambert du forage de production sont les suivantes (20 m au Nord), mesurées sur la feuille topographique à 1/25.000 AVIZE 5 :

X = 719,71

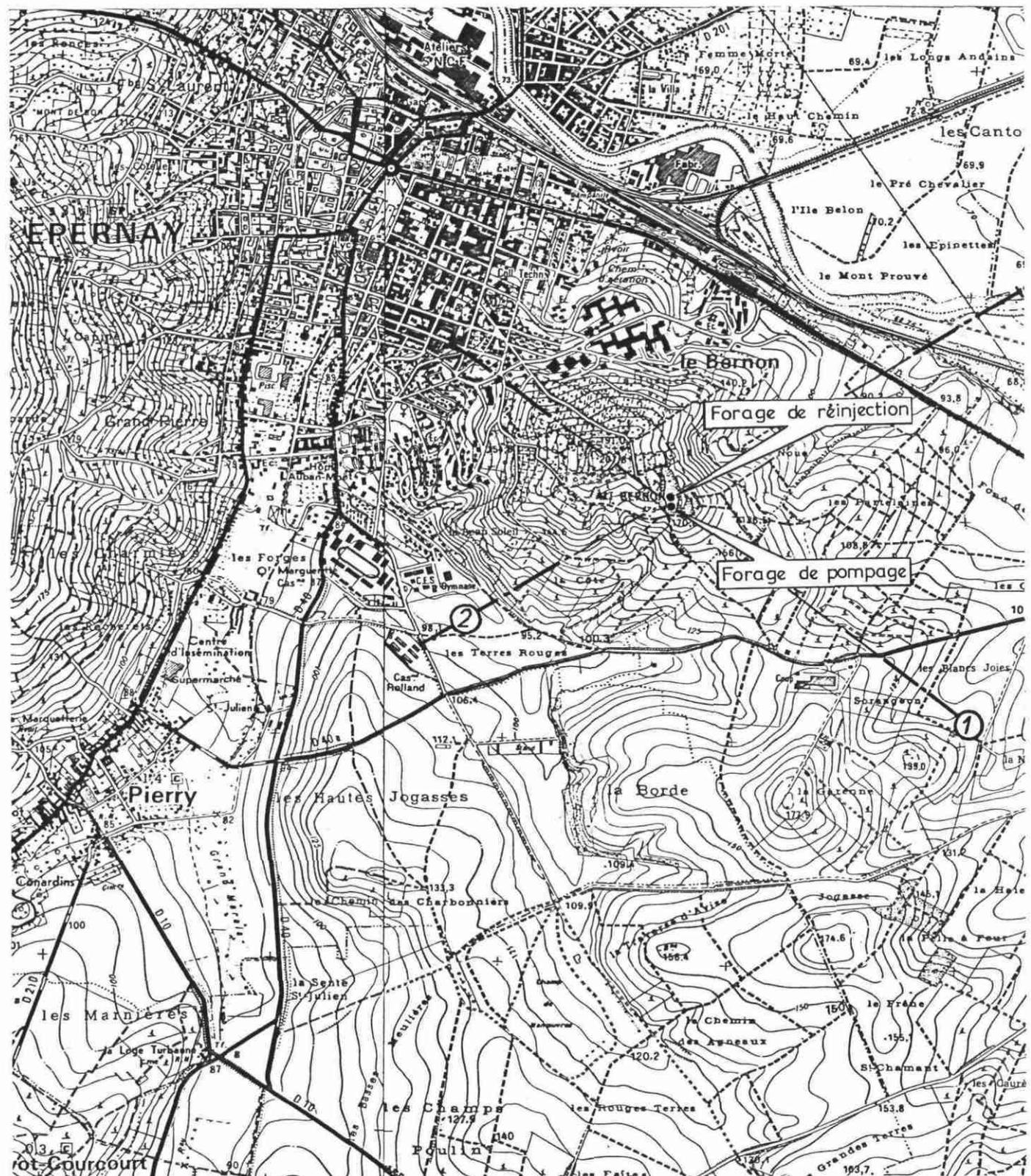
Y = 149,50

Z = + 173,50 m

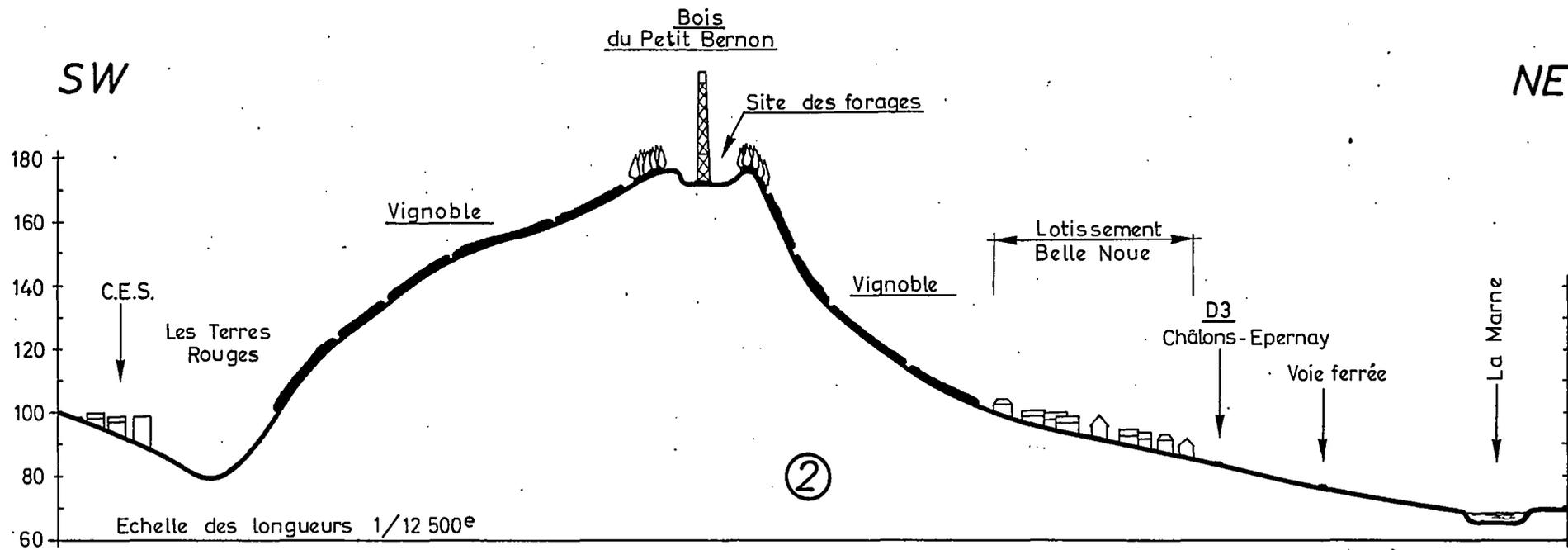
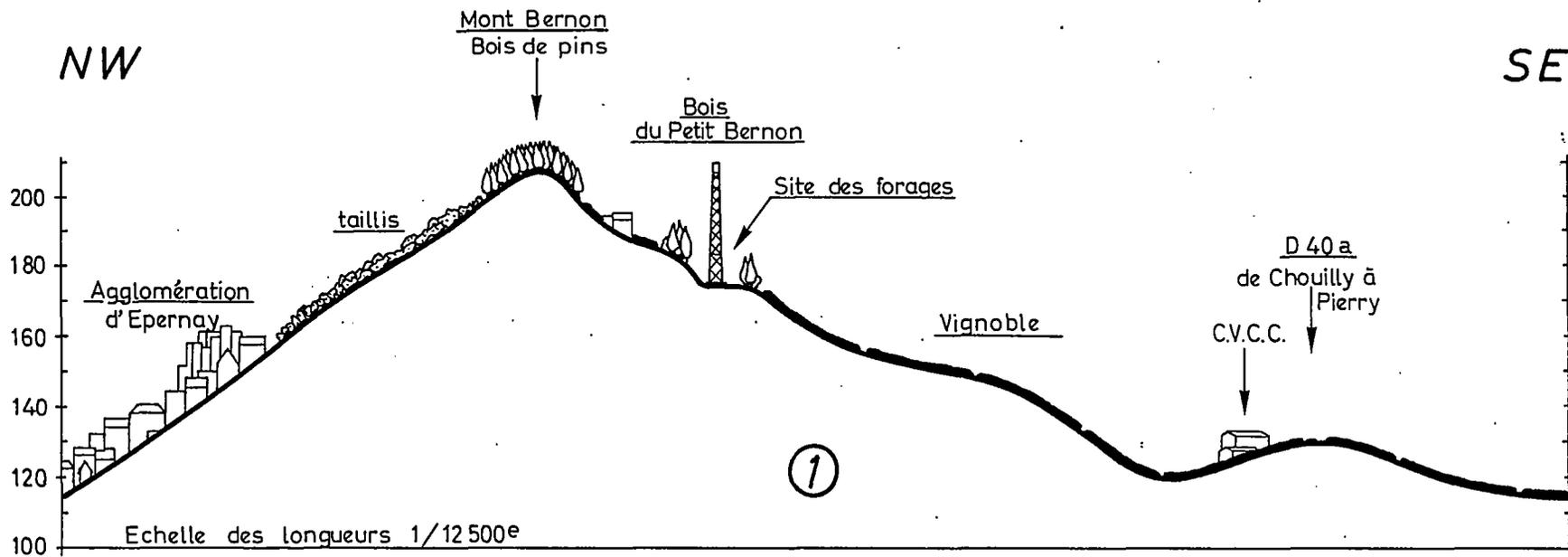
Le forage de réinjection sera situé 15 m au Nord.

VILLE D'EPERNAY
(Marne)

LOCALISATION DU DOUBLET GEOTHERMIQUE
ET DES PROFILS TOPOGRAPHIQUES
DU MONT BERNON

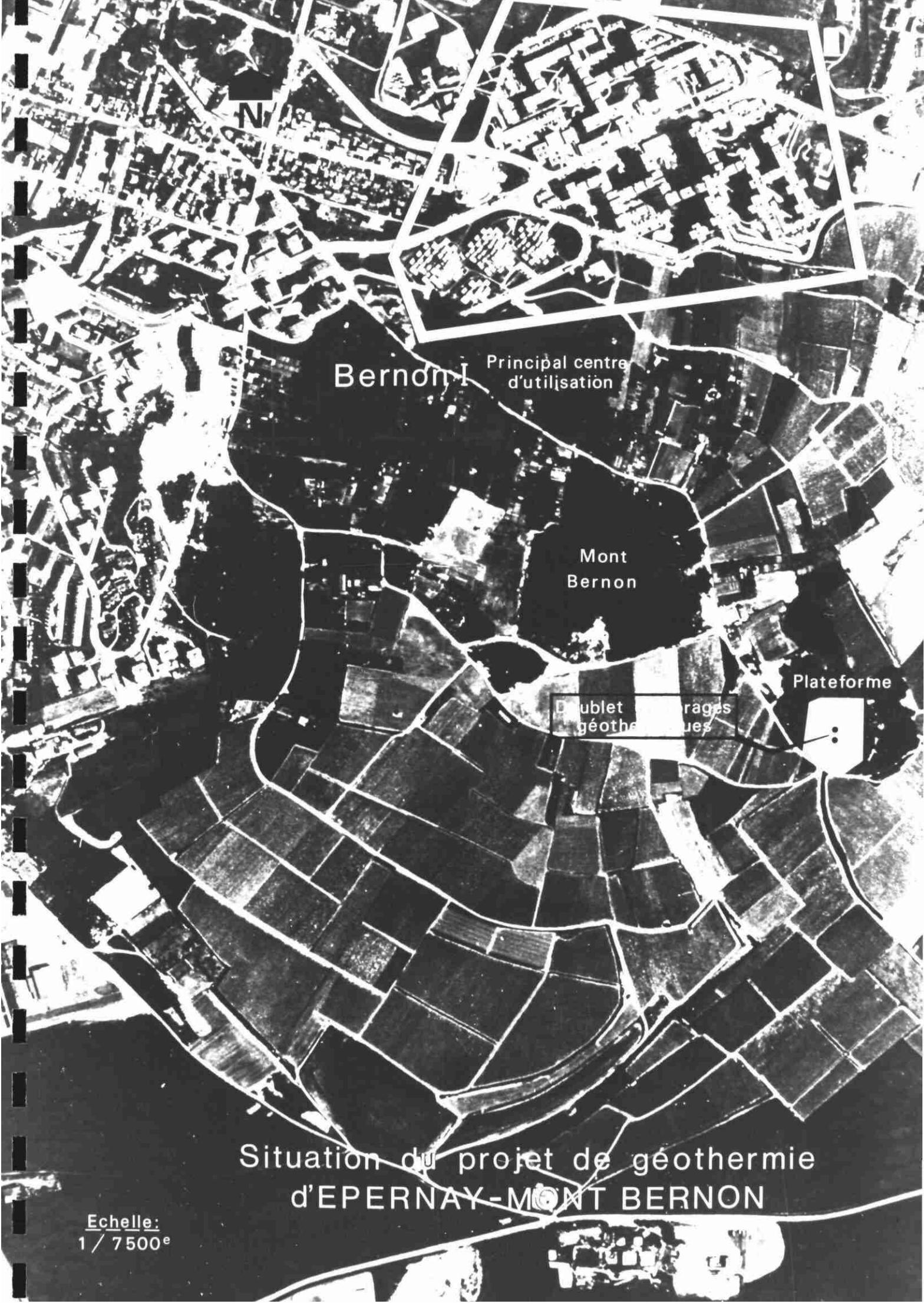


Extrait de la carte topographique d'Epernay n° 8 et de Avize n° 5 à 1/25 000e



OCCUPATION DES SOLS

PROFILS TOPOGRAPHIQUES A TRAVERS LE MONT BERNON



N

Bernon I

Principal centre
d'utilisation

Mont
Bernon

Plateforme

Doublet géothermiques

Situation du projet de géothermie
d'EPERNAY-MONT BERNON

Echelle:
1 / 7500^e

1.1.2 - Situation foncière

Le projet de forages géothermiques du Mont Bernon (plateforme double) nécessitera une occupation temporaire d'environ 8000 m², le temps d'installer l'aire de chantier et de réaliser les forages, soit environ 6 mois de travaux.

Une fois les puits terminés, le maître d'ouvrage devra se rendre propriétaire de quelques centaines de m² seulement, afin de posséder un chemin d'accès et une aire de service autour des forages.

Le site sur lequel sera installée l'aire de chantier de forage est actuellement boisé ; l'occupation temporaire des terrains concernerait un nombre important de propriétaires (une dizaine environ), dont la ville d'Epernay, généralement pour de faibles superficies.

Sauf modification de l'implantation des forages, ceux-ci se trouvent situés sur une propriété de S.Ç. HENRIOT.

1.2 - CADRE NATUREL

1.2.1 - Paysage - Occupation du site

Le site est actuellement boisé par une couverture d'arbres de haute taille (10 m environ) et d'arbustes assez dense qui constitue un sous bois très ombragé.

Dans ce bois se présentent quelques trouées à la faveur de clairière (photo 2) et de mares peu profondes.

Ce site a été classé en 1963, avec le Mont Bernon, comme monument naturel et site de "caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque. L'emprise de la zone classée est matérialisée sur le plan I à 1/2000.

Ce site boisé fait en définitive figure d'exception dans ce secteur à vocation viticole, non loin d'une zone très urbanisée.

Son modelé actuel, reliquat d'une ancienne exploitation d'argiles du Sparnacien, en fait également un lieu privilégié pour la pratique de la moto et occasionnellement pour le dépôt d'objets ménagers encombrants ou la vidange d'huile des moteurs de voitures.

1.2.2 - Faune et flore

La faune est assez difficile à inventorier dans un bois de faible superficie. On peut néanmoins penser qu'un certain nombre d'oiseaux nichent dans un bois aussi dense et que les nombreuses mares d'eau sont occupées par des batraciens.

En ce qui concerne la flore, la partie étudiée, située en bordure de vignobles, correspond à une zone occupée principalement par des feuillus, à l'exception de quelques résineux.

- Les arbres sont représentés par des :

- . Aunes glutineux,
- . Bouleaux,
- . Charmes,
- . Chênes,
- . Cytises,
- . Erables sycomore,
- . Frênes,
- . Ormes,
- . Peupliers,
- . Pins,
- . Saules (dont le Saule blanc, le Saule cendré, le Saule fragile).

- de nombreux arbustes forment un sous-bois parfois assez dense. Il a été identifié des :

- . Aubépines,
- . Bourdaines,
- . Cornouillers sanguins,
- . Eglantiers,
- . Noisetiers,
- . Pruniers sauvages,
- . Sureaux noirs,
- . Troènes,
- . Viornes obier.

Dans une zone de lisière, quelques arbustes d'origine ornementale mais retournés à l'état sauvage, témoignent probablement de l'existence d'un habitat ancien (Lilas - Symphorine).

Des Joncs (dont le Jonc épars, *Juncus effusus*, du Plantain d'eau (*Alisma Plantago*), de la Menthe aquatique et des Iris d'eau se rencontrent dans les parties humides et marécageuses.

Le Lierre recouvre une très grande surface du sous-sol.
Les plantes herbacées sont peu nombreuses en sous-bois :

- Benoite (*Geum urbanum*. Rosacées),
- Clématite (*Clematis vitalba*. Renonculacées),
- Douce Amère (*Solanum dulcamara*. Solanacées),
- Prêle des bois (*Equisetum silvaticum*. Equisetacées).

Elles sont mieux représentées dans les zones de clairière
ou de lisière :

- Armoise (*Artemisia vulgaris*. Composées),
- Coronille bigarrée (*Coronilla varia*. Légumineuses),
- Coronille couronnée (*C. coronata*. Légumineuses),
- Caille-lait jaune (*Galium verum*. Rubiacées),
- Lotier corniculé (*Lotus corniculatus*. Légumineuses),
- Mélampyre (*Melampyrum arvense*. Scrofulariacées),
- Millepertuis (*Hypericum perforatum*. Hypericacées),
- Plantain lanceolé (*Plantago lanceolata*. Plantaginacées),
- Primevère (Coucou) (*Primula veris*. Primulacées),
- Quintéfeuille (*Potentilla reptans*. Rosacées),
- Renoncule (Bouton d'or) (*Ranunculus reptans*. Renonculacées),
- Sainfoin (*Onobrychis vicifolia*. Légumineuses),
- Tétragonolobe (*Tetragonolobus siliquosus*. Légumineuses),
- Tussilage (*Tussilago farfara*. Composées).
- Vesce en épi (*Vicia cracca*. Légumineuses).

Cette végétation représente les associations habituelles
rencontrées sur les sols argileux et souvent marécageux de la région.

1.2.3 - Climatologie

- Régime des vents :

Les deux directions de vents dominants sont :

- . secteur sud-ouest à dominance principale,
- . secteur est à dominance secondaire.

Fréquences de direction des vents à la station de l'aérodrome de REIMS - CHAMPAGNE :

N	NE	E	SE	S	SW	O	NO
10	7,3	11	8	12,5	23,1	18,1	10,5

La répartition saisonnière des direction de vent est la suivante :

- vents d'Est en hiver,
- vents du Sud-Ouest au printemps,
- vents d'Ouest en été,
- vents du Sud - Sud-Ouest en automne.

- Températures

Les températures moyennes mensuelles calculées à Reims pour la période 1960 - 1964 sont les suivantes :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANNEE
1,5	3,9	6,2	10,8	13,8	17,2	18,4	18,4	16,3	11,2	7,2	1,9	10,6

- Précipitations

Les moyennes pluviométriques mensuelles à la station d'Epernay pour la période 1960 - 1964 sont les suivantes :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANNEE
54,3	36,4	52	35,1	41,4	47,3	46	58,8	32,9	62,4	46,1	43,5	576,2

Les pluies sont bien réparties au cours de l'année, avec cependant une recrudescence en automne.

1.2.4 - Hydrologie

Le Mont Bernon (et le site des forages en particulier) se trouve sur la crête topographique de partage des écoulements superficiels entre le bassin de la Marne et le sous bassin du ruisseau de Cubry, affluent de la Marne. Il apparaît toutefois que les eaux de surface se dirigent à partir du site vers le bassin du ruisseau de Cubry. En effet, elles empruntent un vallon NNE - SSW, situé au sein du vignoble, qui rejoint un vallon plus important de direction est - ouest au lieu-dit "les Terres Rouges". Le premier vallon présente une très forte pente de 10 % qui peut être considérée comme pente moyenne du Mont Bernon en quelque direction que ce soit. Ces fortes pentes sont à l'origine de phénomènes de ravinement assez importants dans le vignoble, surtout à la suite de violents orages, et ce n'est qu'au pied du Mont que la pente s'étant adoucie, les eaux de ruissellement s'infiltrèrent dans la craie.

Le cours d'eau le plus important est la Marne, distante de 1 km seulement du site de forage. Des valeurs de débit mesurées à Châlons-sur-Marne sur la période 1957 - 1967 indiquent que le débit moyen est de 70 m³/s ; le débit moyen minimal mensuel est observé en juillet (22,4 m³/s) alors que le débit moyen maximal mensuel est observé en janvier (139 m³/s).

1.2.5 - Géologie - Lithologie des formations superficielles

Le Mont Bernon, site classé, présente un intérêt géologique parce qu'il constitue une butte témoin dont le sommet est formé par les terrains tertiaires recouvrant la craie du Campanien.

Cet aspect intéressant a été présenté au 26^e congrès géologique International avec une description précise des formations tertiaires du Mont Bernon. Cette description a été établie à partir d'un levé géologique du front de carrière et d'un sondage implanté au droit même de cette carrière. La coupe résumée est la suivante :

Quaternaire. - de 0,00 à 0,60 m : sol avec débris de meulière.
Lutétien - de 0,60 à 2,05 m : alternance de marnes blanches et vertes, continental. calcaires et marnes sableuses à la base.

- Cuisien - de 2,05 à 4,80 m : sables fins et grossiers à Unios et Térédines, à passées légèrement argileuses et de couleur rouille, très ferrugineux.
- Cuisien
ou
Sparnacien - de 4,80 à 6,80 m : sable blanc, fin, micacé avec intercalation de lignite et argile grise.
- Lignites du
Soissonnais { - de 6,80 à 16,90 m : argile grise à gris-noir avec passées ligniteuses (quelques passées d'argile gris-bleu), intercalées avec des passées sableuses à Tynyanotonus, Melunia, Cyrena
A la base, argiles noires avec gypse pyriteux très fossilifères.
- de 16,90 à 28,05 m : Marne blanche avec passées d'argiles jaunes.
- de 28,05 à 36,20 m : argiles bigarrées (rouges, ocres, vertes) à concrétions calcaires.
A la base, marne blanche avec morceaux de craie emballés, devenant de plus en plus nombreux.
- Campanien. - de 36,20 à 36,40 m : craie pure emballée dans marne.
(arrêt sondage).

Cette coupe concerne les 9 mètres d'affleurement visibles dans la carrière et les 27,40 m de sondage. La cote de fin de sondage peut donc être estimée à 163,6 m NGF.

Au droit des forages géothermiques, compte-tenu de la dénivellée, du pendage des terrains vers l'Ouest et des argiles bigarrées observées localement au fond de la carrière, on peut estimer que l'épaisseur de terrains argileux du Tertiaire restant au fond de la carrière reste faible. Elle est probablement inférieure à 5 m, mais une incertitude demeure et l'étude géotechnique préalable à l'installation de la plateforme du forage permettre de résoudre ce problème.

Sous ces terrains tertiaires se trouve la puissante série crayeuse du Sénonien - Turonien. Les sondages les plus proches exécutés sur le flanc nord du Mont Bernon pour la construction de la ZUP de Bernon I indiquent que cette craie est fracturée en surface sur 10 à 15 m d'épaisseur et qu'elle devient plus compacte en profondeur.

Au "pied" du Mont Bernon, l'épaisseur de craie fracturée est plus importante et cette craie est recouverte de colluvions (5 à 10 m de craie très altérée d'aspect limoneux):

D'après la coupe géologique prévisionnelle du forage géothermique, la puissance de la formation crayeuse est supérieure à 500 m (Turonien + Sénonien).

1.2.6 - Hydrogéologie

1.2.6.1 - Aquifères peu profonds - Caractéristiques et exploitation en eau potable

- les sables du Cuisien ...

Ces sables peuvent contenir de l'eau, mais leur position sommitale au Mont Bernon fait que la nappe est perchée, de faible épaisseur et en définitive improductive. Elle se déverse en bordure d'affleurement du Tertiaire dans l'aquifère sous-jacent de la craie, en étant à l'origine de nombreuses sources ou suintements disposés "en couronne" autour du Mont. Nous remarquerons deux de ces exutoires à proximité du site :

- à l'entrée du site même où un écoulement d'eau de l'ordre de 100 l/h seulement peut-être observé (juin 1981),
- 200 m à l'Ouest, une source canalisée dans le vignoble débite environ 5 m³/h (en juin 1981).

- la craie du Sénonien

Cette formation constitue l'aquifère d'importance régionale, exploité par de nombreux captages. C'est un aquifère à circulation préférentielle en réseaux de fissures et fractures dont la perméabilité varie, de ce fait, beaucoup d'un point à un autre. Dans la vallée de la Marne, sous les alluvions, la perméabilité devient très grande. Aussi, au droit des captages d'Epernay, celle-ci peut être estimée de 10^{-2} à 10^{-3} m/s.

Il est toutefois probable qu'au droit des forages géothermiques, du fait de la couverture tertiaire, la craie sous-jacente soit moins fracturée ou altérée et la perméabilité plus faible à cause de la compacité de la roche.

L'examen de la carte hydrogéologique de Reims-Epernay à 1/100.000 indique que le drainage principal est assuré par la Marne. L'écoulement de la nappe aurait donc une direction sud-nord dans le secteur du Mont Bernon (figure 4A). Il est toutefois possible qu'une analyse effectuée à plus grande échelle ait pu montrer que le Mont Bernon soit un point de dispersion de l'écoulement souterrain, comme il est un point de dispersion des eaux superficielles, d'une part vers la vallée de la Marne (au Nord) et d'autre part vers la vallée du ruisseau de Cubry (à l'Ouest) affluent de la Marne (figure 4B).

Cette hypothèse ne peut être vérifiée faute de sondages atteignant la nappe de la craie sous le Mont Bernon, mais en l'état actuel des connaissances, on ne peut l'écarter et il restera une incertitude sur le cheminement des eaux souterraines après une éventuelle infiltration au droit des forages géothermiques.

Selon l'une ou l'autre interprétation, la profondeur du plan d'eau sous le Mont Bernon sera d'une centaine de mètres (premier cas) ou de 80 mètres environ (deuxième cas), profondeur très importante dans l'un et l'autre cas.

Concernant l'exploitation de la nappe de la craie dans ce secteur, nous ne ferons état que des captages situés au Nord du Mont Bernon entre les forages géothermiques et la Marne, ces captages se trouvant en "aval écoulement" de la nappe si l'on considère un drainage vers la Marne (figure 4A).

- le captage le plus proche est situé à 1,3 km : il s'agit du forage de la Société Mercier (indice de classement national 158-5-18) ; la consommation d'eau connue est de l'ordre de 250 m³/jour.

- . Les captages de la ville d'Epernay situés d'une part rue de Verdun (n° 158-5-16 et 17) et d'autre part Ile Belon (n° 158-5-12 et 42).

Les premiers, distants de 1,7 km du projet géothermiques sont des forages de 50 m de profondeur environ, le niveau de la nappe étant de 5 à 6 m. Les débits spécifiques sont de 100 à 150 m³/h.m ; leur production annuelle en 1980 était de 1,9 millions de m³.

Les seconds, distants de 1,4 km du projet géothermique sont des forages de 40 m de profondeur. Le niveau de la nappe était de 2 à 3 m. Les débits spécifiques sont ici inférieurs à 100 m³/h et leur production pour l'année 1980 était de 1,5 millions de m³.

Nous remarquerons que les périmètres de protection rapprochée et éloignée des captages de la ville d'Epernay ne sont pas définis à l'heure actuelle.

- Si l'on considère que l'écoulement souterrain ne s'effectue pas vers le Nord mais plutôt vers le Sud, à partir de l'emplacement du projet de forage géothermique, c'est à dire vers le vallon sec "les Terres Rouges", aucun ouvrage d'exploitation n'est implanté à moins de 1 km du projet. Seul un ancien puits (n° 158-5-32), désormais inexploité, a pu être recensé dans ce secteur.

1.2.6.2 - Aquifères semi-profonds à profonds

Sous l'aquifère de la craie, se trouvent d'autres aquifères dont les caractéristiques peuvent être examinées. En allant vers la profondeur, on rencontrerait successivement (tableau 1) :

- l'Albien : il est constitué par des sables ou grès fins à moyens avec des intercalations d'argiles, à une profondeur de - 535 m NGF. Son épaisseur est d'une quarantaine de mètres.

L'eau contenue dans ces sables est peu minéralisée (eau douce) et l'aquifère doit donc être protégé lors de l'exécution du forage, pour éviter toute communication avec les nappes profondes (eaux plus minéralisées).

La température de l'eau de l'Albien serait légèrement inférieure à 30°C.

COUPE GEOLOGIQUE PREVISIONNELLE SOMMAIRE

Profondeur /sol (m)	cote NGF (m)	Epaisseur (m)	Lithologie	Stratigraphie	Observations
0	+ 175		Craie blanche à silex	SENONIEN	Pertes possibles
				TURONIEN	
545	- 345	50	Craie argileuse, glauconieuse	CENOMANIEN	
640	- 450	55	Marne silteuse, glauconieuse		
		85	Argile calcaire et argile sableuse	ALBIEN	"Gault" } aquifère à protéger
		40	Sable fin, souvent argileux	APTIEN	
		40	Argile, grès fin		
875	- 685	70	Grès argileux grossier à la base	NEOCOMIEN	} aquifère
		30	Calcaire argileux, oolomie		
		90	Calcaire argileux ; banc de marne	PORTLANDIEN	
995	- 805				
		130	Marne ; niveaux de calcaire argileux lumachellique et pyriteux	KIMMERIDGIEN	
1125	- 935				
		300	Calcaire micro à cryptocristallin, localement sableux ; Calcaire oolithique à rares passées de marne	LUSITANIEN	Pertes possibles } aquifère
		30	Marne, calcaire argileux		
		60	Marne et argile	OXFORDIEN	
		70	Argile finement sableuse	CALLOVIEN	
1585	- 1400				1 ^{er} aquifère
		190	Calcaire cristallin ; Calcaire argileux à gravelles ; Calcaire oolithique.	D O G E S T I E N	
1795	- 1600	40	Marne sableuse.		
		80	Calcaires gris à passées silicifiées.		
1915	- 1720		Marnes et argiles.	TOARCIEN	Pertes possibles

A CAPTER

- le Néocomien-Purbeckien : le Néocomien est constitué par une alternance de niveaux gréseux (plus ou moins consolidés) et argileux reposant sur la dolomie du Purbeckien. Ces formations sont mal connues, car elles ne font pas l'objet de tests au cours de l'exécution des sondages pétroliers.

La base du Néocomien peut être estimée à -685 m NGF et la température de l'eau, de l'ordre de 35°C, au droit d'Epernay.

- le Lusitanien : cette formation est constituée par un ensemble calcaire fin, comprenant des assises de calcaire oolithique et bioclastique, poreux. De rares passées marneuses peuvent être intercalées dans cet ensemble, dont la profondeur est comprise entre - 935 et - 1125 m NGF, au droit d'Epernay.

La productivité de cet aquifère est pratiquement inconnue, en raison de l'absence d'essais dans les forages de recherche pétrolière. Toutefois, des pertes totales de boue, constatées au cours de l'exécution des forages de Villemoyenne, de Comblizy et Dampierre augurent d'une perméabilité de fissures ou fractures affectant certains niveaux du Lusitanien supérieur (Séquanien). Toutefois, ces phénomènes sont généralement locaux et liés à la tectonique.

La température de la nappe est légèrement supérieure à 50°C et l'eau est assez minéralisée (environ 4 g/l).

La partie supérieure du Lusitanien pourrait constituer un objectif géothermique intéressant pour la région d'Epernay ; des tests pourraient être envisagés au cours du forage (prélèvements de carottes, tests de productivité).

- le Dogger : cette formation est représentée par une épaisse série calcaire comportant des niveaux poreux (calcaires oolithiques, bioclastiques, vacuolaires) entre 1395 et 1605 m NGF. Cet ensemble repose sur une quarantaine de mètres de marnes qui recouvrent des calcaires finement gréseux et localement silicifiés jusqu'à la profondeur de - 1725 m NGF.

La productivité du Dogger n'a pu être appréciée qu'à partir de tests effectués sur les forages pétroliers de la région qui, compte-tenu de leur éloignement d'Epernay, impliquent une incertitude.

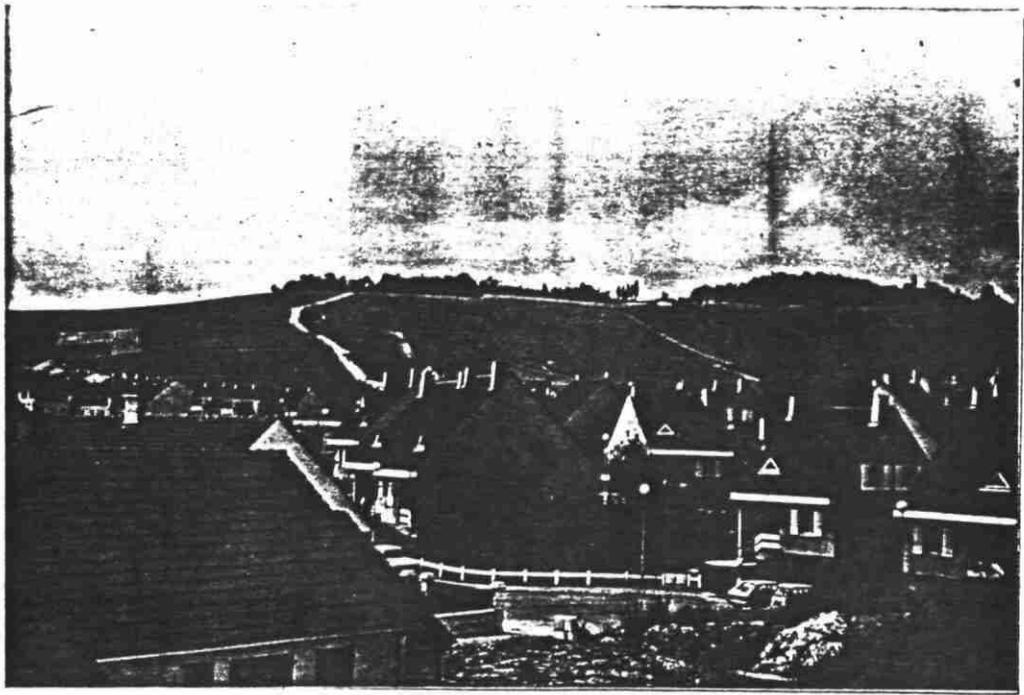


Photo 3 : du lotissement de la Belle-Noue, vue du Petit Bernon (à gauche), du Mont Bernon (à droite) face nord.

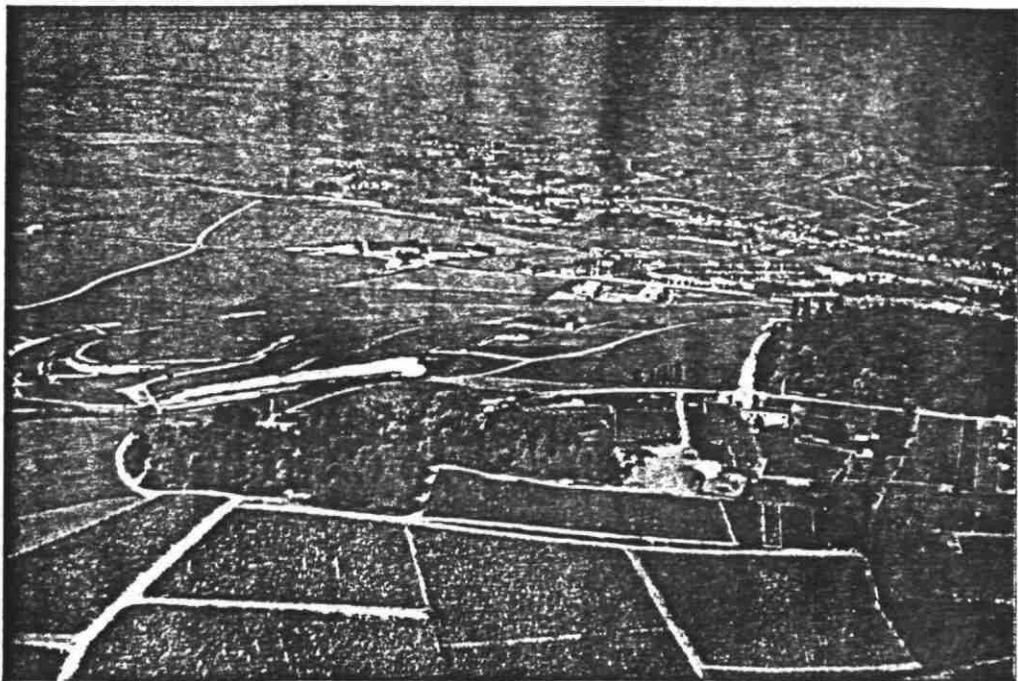


Photo 4 : vue aérienne du Petit Bernon (à gauche), du Mont Bernon (à droite) et des maisons les plus proches du projet (au milieu) face nord.

La température du Dogger supérieur Callovien - Bathonien serait supérieure à 60°C au niveau des calcaires et l'eau relativement peu minéralisée (environ 6 à 8 g/l).

La température du Dogger inférieur (Bajocien) peut être estimée de 6 à 8°C supérieure à celle du Dogger supérieur, étant donné l'augmentation de profondeur. Il reste toutefois une incertitude importante quant à la productivité de cet horizon au droit d'Epernay. En effet, seules des observations effectuées sur les forages récents de la région de Châlons-sur-Marne permettent d'accorder à ces niveaux un intérêt géothermique.

- le Rhétien : cette formation grés-argileuse apparaît au droit d'Epernay sous forme de fins niveaux de grès à faible porosité. La productivité doit donc être très faible et la profondeur des grès est de l'ordre de 2200 m. Cet aquifère ne peut donc présenter un intérêt économique.

1.3 - ELEMENTS HUMAINS

1.3.1 - Habitat

Le projet est situé à 1 km environ à l'Est de l'agglomération d'Epernay dont la périphérie Est est très urbanisée (Bernon I qui sera le principal centre d'utilisation de la géothermie avec près de 1500 logements). Un développement de la cité est en cours actuellement dans ce même secteur ("la Belle-Noue") et en projet (Bernon II, sur le flanc nord du Mont Bernon).(photo 3).

Le projet de géothermie se trouve en zone rurale, localisé dans la zone boisée du "Petit Bernon", elle-même intégrée à toute une région viticole.

Entre le site de forage et l'agglomération d'Epernay, nous mentionnerons un habitat que l'on peut qualifier de semi dispersé ; ce sont des maisons individuelles bordant le chemin dit de la source, chemin qui servira d'accès au forage. On trouvera sur ce chemin, un groupe de 3 maisons disposées à proximité du Mont Bernon et de ce fait les plus proches du forage qui sera distant de 200 m au Sud-Est, 20 m en contrebas. (photo 4).

1.3.2 - Socio économie

Le secteur environnant le site de forage est une zone rurale à vocation exclusivement viticole (production de Champagne). A 1 km au Sud-Est est construit un important centre viticole de champagne, celui de Chouilly. A 800 m au Nord se trouve Bernon I qui constitue une zone urbanisée à forte densité de population.

1.3.3 - Infrastructures

Etant connu le relatif isolement du site, les infrastructures sont assez peu développées. Nous mentionnerons principalement celles qui sont directement concernées par le projet de forage. Celles-ci sont consignées sur le plan à 1/2000 joint en annexe I.

- lignes électriques aériennes ou souterraines : une ligne aérienne MT-BT longe le chemin de la source pour desservir les dernières maisons situées au sommet du Mont Bernon. Un transformateur de 400 KVA est placé au départ du chemin.

- lignes téléphoniques : une ligne téléphonique dessert les mêmes maisons. Elle est placée sur les poteaux de la ligne électrique. Le poste de raccordement est également situé au départ du chemin.

- Réseau d'adduction d'eau : la société des Eaux d'Eprenay dispose de deux réservoirs de 500 et 1000 m³, construits au sommet du Mont Bernon, desquels part une conduite (Ø 125 mm) empruntant le chemin de la source pour desservir le centre Viticole de Champagne. La conduite a été placée dans l'axe du chemin ; elle passe à proximité immédiate du site de forage.

- Réseau d'assainissement : le réseau d'eaux pluviales pouvant être utilisé pour l'évacuation des eaux du forage est situé à une distance assez importante du site (environ 600 m en ligne directe) ; il s'agit d'un bassin de décantation de 600 à 1000 m³, construit au bord du chemin rural dit de l'Est de la Belle Noue. De ce bassin part une canalisation qui atteint le ruisseau des Tarnauds, 400 m avant que celui-ci ne débouche dans la Marne.

Un caniveau dallé en pierres (largeur 1 m à 1,50 m), collecte les eaux de ruissellement du vignoble de la partie est du Mont Bernon pour les amener au bassin de décantation. La longueur de ce caniveau est de 260 m ; son utilisation pour évacuer les eaux du forage peut être envisagée après accord avec le propriétaire. Le point de départ du caniveau se situe à 350 m environ du lieu de forage.

- Voieries : le seul chemin d'accès au forage semble être le chemin de la source. C'est un chemin étroit (3 à 4 m) assez "bombé" et recouvert d'un revêtement goudronné assez rudimentaire, surtout sur la partie haute de la voie.

Le réseau routier d'arrivée à ce chemin est constitué par une voirie d'agglomération de bonne qualité mais parfois étroite, ce qui pourrait occasionner des difficultés d'amenée du matériel de forage.

1.3.4 - Bruits, vibrations et poussières

a) Bruits :

La zone est une zone rurale, entourée de vignes. Il n'y a pas de source sonore marquante aux environs du site. La route la plus proche est à plus de 600 m et son influence sonore est quasi nulle.

La fréquentation du chemin en bordure du site de la future plateforme est relativement faible.

Le niveau de bruit a été mesuré en après midi vers 15 heures ; un niveau équivalent (Leq) de 51,5 dBA a été mesuré sur 15 minutes, par temps de pluie le 29 juin 1981.

b) Vibrations et poussières :

L'absence d'activité entraîne une absence de vibrations notables.

Un peu de poussière apparaît lors de rare circulation de voitures sur les chemins de terre.

1.3.5 - Patrimoine culturel et tourisme

Le Mont Bernon, comme nous l'avons déjà mentionné, est un site classé. Il présente entre autres un intérêt scientifique (butte géologique témoin de la base du Tertiaire) et touristique.

Il est recouvert par un bois relativement isolé au milieu du vignoble et dominant la ville d'Epernay et ses environs.

2 - ANALYSE DES EFFETS DES TRAVAUX SUR L'ENVIRONNEMENT

2.1 - DEFINITION DU PROJET

2.1.1 - Principales caractéristiques du réservoir prospecté

A l'issue de l'étude de surface réalisée sur le site du Mont Bernon, il était apparu que l'utilisation de l'eau chaude du Dogger pouvait être envisagée. Cet aquifère a donc été retenu comme objectif de l'opération de géothermie du Mont Bernon, l'objectif fixé étant le Dogger supérieur, dont les caractéristiques résumées figurent sur le tableau 2. Récemment, des données nouvelles ont été apportées par les forages pétroliers réalisés dans la région de Châlons-sur-Marne, en ce qui concerne le Dogger inférieur ou Bajocien. Il apparaît en effet qu'au moins dans cette région, les calcaires silicifiés du Bajocien sont perméables, provoquant au cours de la foration d'importantes pertes d'injection de boue.

Il est, par extrapolation, permis de supposer que des phénomènes semblables peuvent être rencontrés au droit d'Epernay. Aussi, un approfondissement du forage jusqu'à la base du Dogger est-elle dès à présent envisagée dans le programme de travail (Cf. coupe géologique tableau 1).

2.1.2 - Caractéristiques techniques des forages

Les difficultés de trouver deux terrains permettant l'installation de deux aires de chantier ont conduit à prévoir un doublet de forages réalisés sur le même site avec :

- un puits droit (production),
- un puits dévié (réinjection).

CARACTÉRISTIQUES HYDROGÉOLOGIQUES RÉSUMÉES

EPERNAY

IMPLANTATION

Coordonnées : x = 719,71
y = 149,50

Cote sol : + 173 NGF.

Observations : au lieu dit : Petit Bernon

-0-0-0-0-0-

FORMATION CONSIDÉRÉE :

FORMATION CONSIDÉRÉE : Dogger supérieur

-0-0-0-0-0-

STRUCTURE DU RÉSERVOIR

Cote du toit (NGF) : - 1395 m ± 50

Profondeur du toit : 1585 m ± 50

Hauteur utile : 100 m ± 30

Hauteur totale : 210 m ± 30

Profondeur totale des forages : 1800 m ± 50

Observations : un approfondissement au Dogger inférieur conduirait à une profondeur totale de forage de 1920 m ± 50.

-0-0-0-0-0-

CARACTÉRISTIQUES DU RÉSERVOIR : Dogger supérieur

Porosité : 12 %

Perméabilité : 0,1 darcy (0,05 à 0,15).

Pression de gisement (cote) : - 1 kg/cm² au sol ± 2

Niveau piézométrique : + 160 m NGF ± 20

-0-0-0-0-0-

CARACTÉRISTIQUES DU FLUIDE

Température : 62° au niveau du réservoir ; 60° en surface (extrêmes : 53 à 65°).

Salinité : 6 g/l NaCl - Salinité totale = 8 g/l.

La conception des deux ouvrages est la suivante :

2.1.2.1 - Forage de production (puits droit)

- Programme de forage

. Solution 1 :

En cas de pertes totales dans la craie.

Forage en 17"1/2 jusqu'à la profondeur de 545 m environ.

Pose d'un tubage 13" 3/8 à cette cote et cimentation par les tiges.

Forage en 12"1/4 jusqu'à pénétration de 30 m dans le Portlandien (945). Pose d'un tubage 9"5/8 à cette cote et cimentation par les tiges.

Forage en 8"1/2 jusqu'à pénétration d'une dizaine de mètres dans le Dogger, pose d'un tubage 7" à cette cote et cimentation en deux étages par une société de service.

1° étage du sabot (1610 m) au toit du Lusitanien (1095 m environ),

2° étage de 1095 à 450 m.

La 2° DV située vers 450 m servira à éliminer le surplus éventuel de laitier dans l'annulaire, afin de pouvoir dégager la chambre de pompage.

Coupe du tubage 9"5/8 vers 300 m.

Forage en 6" du Dogger jusqu'au niveau des marnes (1810 m).

Après les premiers essais, en cas de couple débit-température insuffisant, approfondissement jusqu'à la base du Dogger (1930 m).

. Solution 2 :

Sans pertes totales dans la craie.

Forage en 17"1/2 jusqu'à 545 m.

Poursuite du forage en 12"1/4 jusqu'à pénétration de 30 m dans le Portlandien (945 m), pose d'un tubage mixte 13"3/8 9"5/8 à cette cote et cimentation par les tiges.

Poursuite du programme de forage solution 1, sauf coupe du tubage 9"5/8.

- Programme de tubage et de cimentation

a) Colonne de surface

Tubage 18"5/8

Grade : K 55
Poids : 87,5 lbs/ft
Epaisseur : 11,95 mm
Filetage : Butress.

Cimentation : ce tubage sera cimenté jusqu'en surface par l'entreprise réalisant l'avant trou avant l'arrivée de la sonde.

b) Colonne technique - 13"3/8 (solution 1)

Tubage 13"3/8

Grade : K 55
Poids : 54,5 lbs/ft
Epaisseur : 9,65 mm
Filetage : VAM

Cimentation : la cimentation sera exécutée par les tiges par une société spécialisée. Le volume et la densité du laitier seront déterminés sur le chantier.

c) Colonne technique - 9"5/8 (solution 1)

Tubage 9 5/8

Grade : K 55
Poids : 36 lbs/ft
Epaisseur : 8,94 m
Filetage : API. 8 rd

Cimentation : la cimentation sera réalisée par les tiges par une société de service.

d) Colonne technique - 13"3/8 x 9"5/8 (solution 2)

Tubage 13"3/8 : idem a)

Tubage 9"5/8 : idem b)

Coupleur 13"3/8 VAM x 9"5/8 API 8 rd.

Cimentation : la cimentation sera exécutée par les tiges par une société spécialisée. Le volume et la densité du laitier seront déterminés sur le chantier.

En cas de pertes pendant la cimentation, une cimentation complémentaire par l'espace annulaire sera exécutée.

e) Colonne de production

Tubage 7"

Grade : K 55

Poids : 26 lbs/ft

Epaisseur : 9,19 mm

Filetage : VAM

Cimentation : la cimentation sera réalisée en deux étages, la densité et le volume laitier seront déterminés à partir du chantier. La colonne sera ensuite coupée au-dessus de la DV supérieure et le tubage récupéré sera utilisé comme tubing de suspension de la pompe.

2.1.2.2 - Forage de réinjection (puits dévié)

- Programme de forage

Forage en 17"1/2 jusqu'à 545 m environ et pose d'un tubage 13"3/8 cimenté à cette cote par une société de services.

Forage vertical en 12"1/4 de 545 m à 565 m - Amorce de la déviation à la turbine avec un gradient de buildup de 1°/10 m jusqu'à obtention d'un angle maximum de 40°, soit vers 965 m de profondeur verticale (1100 m de longueur forée environ). Tubage 9"5/8 à cette cote et cimentation par une société de services.

Poursuite forage en phase stabilisée en 8"1/2 jusqu'à 1515 m de profondeur verticale (1930 m de longueur forée environ). Tubage 7" à cette cote et cimentation en deux étages par une société de Services.

Forage en 6" au Dogger jusqu'au niveau des marnes (1715 m).

Avec les paramètres de déviation mentionnés ci-dessus, l'écartement entre les deux puits dans la partie moyenne du réservoir serait de l'ordre de 800 m.

- Programme de tubage et cimentation

a) Colonne de surface : idem paragraphe 2.1.2.1.

b) Colonne technique - 13"3/8

Tubage : 13 3/8

Grade : K 55

Poids : 54,5 lbs/ft

Epaisseur : 9,65 mm

Filetage : API

Cimentation : effectuée en tête par une société de services.

c) Colonne technique 9"5/8 : idem 2.1.2.1

d) Colonne de réinjection : idem 2.1.2.1
cimentation en deux étages.

2.1.3 - Chantier provisoire pour l'exécution des forages

2.1.3.1 - Technique de forage utilisée

Le matériel de forage utilisé pour les ouvrages géothermiques est semblable à celui mis en oeuvre pour réaliser les sondages d'exploitation pétrolière, les forages étant réalisés au "rotary" avec injection de boue. Les principaux organes de la machine de sondage sont les suivants :

- le derrick ou mât, muni d'un moufle (photo 5),
- le treuil à plusieurs tambours ou cabestans,
- la table de rotation,
- les pompes à boue,

- les moteurs thermique ou électrique d'une puissance de 3000 CV environ,
- la tête d'injection,
- la tige carrée, pour entrainer la ligne de sonde,
- les différents organes de transmission, de commande, de contrôle et de mesure,
- un compresseur à air.

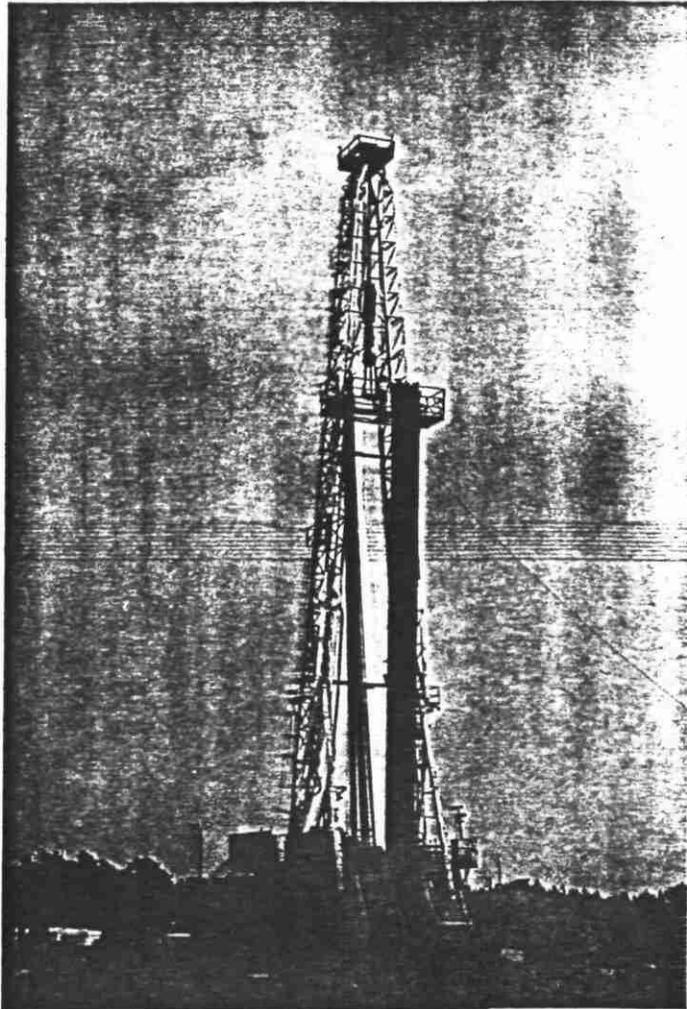


Photo 5 : une machine de forage (sondage pétrolier de Bussy Lettrée).

La sondeuse est placée sur une dalle en béton armé appelée plate forme de forage, généralement installée au centre d'une aire spécialement préparée et destinée à recevoir l'ensemble du matériel ainsi que les bureaux. La durée d'exécution d'un sondage peut varier de 1,5 à 2 mois.

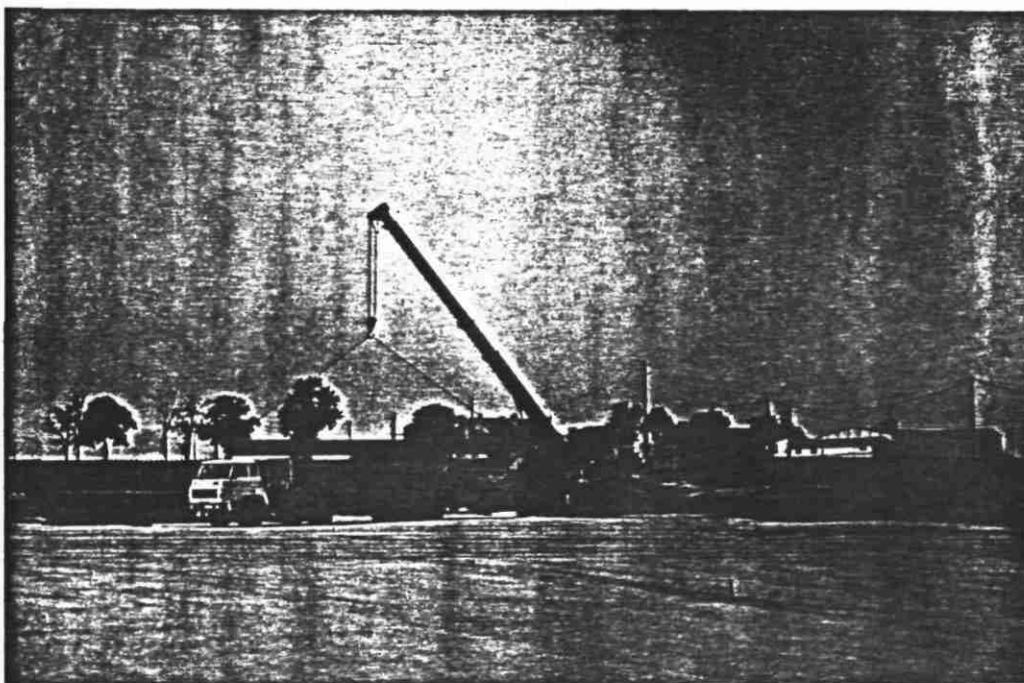


Photo 6 : l'aire de chantier de forage de Reims Murigny
(amenée des tubages sur le parc à tubes).

2.1.3.2 - Mise en oeuvre de l'aire de chantier de forage

A l'heure actuelle où l'entreprise de forage n'est pas choisie, la foreuse susceptible de réaliser l'ouvrage n'est pas connue. On peut néanmoins définir les caractéristiques d'une telle aire de forage pour une sondeuse de type GB 800 dont les performances permettent d'atteindre l'objectif dans de bonnes conditions.

L'emprise totale du chantier de forage est constituée par une surface rectangulaire, dont l'aire approximative est de 8000 m² (80 x 100 m). Son importance est conditionnée par les différentes contraintes suivantes :

- la plateforme de forage elle-même qui supporte la sondeuse et sur laquelle des différentes manutentions et opérations sont réalisées.
- les bourniers, qui reçoivent les boues de forage usées après remontée des déblais, les eaux de ruissellement de surface et les eaux d'essais de débit.
- les aires de stockage de matériel de forage (tubages, tiges de sondage, trépan, carottiers, etc....) (photo 6).
- une aire d'accès et de stationnement des véhicules de chantier,
- des bacs où sont conditionnées les boues de forage (photo 9),
- un atelier de réparation et de soudure,
- une aire de stockage de l'outillage et des produits consommables (bentonite, ciment, etc....),
- une ou plusieurs baraques - bureaux (laboratoire) pour le contrôle géologique et le suivi du chantier.

Le croquis de la planche 2 à 1/2000 en annexe, représente schématiquement l'implantation et la disposition prévues des bourniers et des forages.

Ces deux bourbiers sont creusés à proximité immédiate de la plateforme avec laquelle ils sont reliés par des caniveaux et rigoles. Chacun d'eux aura une contenance de l'ordre de 1200 m³, soit (18 x 27 x 2,5). L'un recueillera les boues usées (environ 1000 m³), les eaux de ruissellement de la plateforme et les déblais du forage, l'autre les eaux d'essais de débit comprenant l'équivalent de 40 à 50 m³ de boue qui remonte du puits au tout début de l'essai de débit. Cette eau aura une température de 60° ± 5°C et sera chargée au maximum de 10 g/l de sels.

La durée de réalisation de l'aire de forage est de l'ordre de 1 mois. Elle nécessitera un déboisement dans un premier temps, puis un régalaage de grave tout venant compactée, permettant le passage de véhicules lourds lors de l'installation de la sondeuse.

Les caractéristiques exactes de cette aire seront définies par une étude géotechnique (pénétrromètres et sondages de reconnaissance géologique).

Les engins de terrassement nécessaires à la réalisation de ce chantier seront des bulldozers, des niveleuses et des compacteurs vibrants.

2.1.4 - Caractéristiques économiques du projet

Les caractéristiques économiques du projet sont extraites du rapport de faisabilité Géochaleur (mars 1981).

2.1.4.1 - Bilan énergétique

A l'heure actuelle, les caractéristiques économiques du projet ne sont que des approches qui sont étroitement liées aux possibilités de production de l'aquifère du Dogger.

La conception de référence est établie sur la base d'un couple :

Débit = 150 m³/h
Température = 60°C.

Les principaux utilisateurs pouvant être intéressés par la solution géothermie sont les suivants :

DESIGNATION	GESTIONNAIRE	IMPORTANCE	CONSOMMATIONS TEP/AN
<u>SECTEUR EST D'EPERNAY</u>			
Maison pour tous	Ville d'Epernay		20
Piscine plein air	Ville d'Epernay		40
Bernon I	Toit Champenois	1 448 logts.	3 310
Bernon II (projet)	Toit Champenois	250 logts.	365
Crèche	Ville d'Epernay		40
Groupe scolaire Crayère	Ville d'Epernay		-
Lycée technique	Ville d'Epernay	1 000 élèves	425
La Vaute	Toit Champenois	324 logts.	685
<u>SECTEUR OUEST D'EPERNAY</u>			
Hôpital Auban Moët	Ville d'Epernay	700 lits.	860
Cuisine centrale	Ville d'Epernay		60
Piscine couverte	Ville d'Epernay		240
Salle des fêtes	Ville d'Epernay		80
St Thibault (projet)	à définir	580 logts.	690
TOTAL DES UTILISATIONS RACCORDABLES		TEP/AN	6 815

Deux solutions peuvent être envisagées pour la récupération de la chaleur du fluide géothermal :

- solution échangeurs,
- solution pompes à chaleur.

Cette dernière solution permet de réinjecter l'eau géothermale à une température plus basse et de récupérer ainsi un supplément de chaleur au condenseur.

Le bilan énergétique global figure sur le tableau 3. Il montre qu'une économie de l'ordre de 3500 TEP/an est envisagée. En ce qui concerne le bilan économique, il est consigné dans le tableau 4 ; le ratio énergétique, c'est à dire le coût de la TEP économisée est de 9000 F environ, ce qui est satisfaisant.

Des études de sensibilité en fonction des résultats de production des forages, des utilisateurs pouvant être raccordés, montrent que sur la plan énergétique et sur la plan économique, le raccordement de la zone ouest améliore les résultats de près de 10 %, pour tout débit supérieur à 80 m³/h. Il y aurait donc intérêt à raccorder l'ensemble de l'opération.

Toutefois, il faut remarquer que cette conclusion est légèrement différente dans le cas où le réseau d'eau géothermale est remplacé par un réseau d'eau géothermique, à deux tuyauteries, pour la liaison de deux secteurs Est et Ouest.

En effet, les investissements sont majorés d'environ 2500 KF HT. Dans ce cas, les ratios énergétiques et les ratios de rentabilité deviennent strictement équivalents.

En conséquence, la conclusion provisoire pourrait se résumer de la façon suivante, en fonction du débit obtenu :

- Débit inférieur à 110 m³/h : réalisation de la zone est seulement.
- Débit supérieur à 110 m³/h : raccordement des 2 secteurs est et ouest.

Cette valeur limite de débit est valable pour une température de 60°C, ce qui correspond à :

- un débit de 150 m³/h à 53°C
- un débit de 110 m³/h à 60°C
- un débit de 80 m³/h à 68°C.

TABLEAU 3 : BILAN ENERGETIQUE GLOBAL

UTILISATEURS	RATIOS Kth UTILILES / TEP	CONSOMMATIONS UTILES DE CHALEUR ET D'ELECTRICITE									T E P	
		TRADITIONNELLE		SOLUTION ECHANGEUR		SOLUTION ECHANGEUR + PAC		ENERGIE PRIMAIRE TEP/ AN			SUBSTITUEES/AN	
		COMBUSTIBLE Kth/AN	ELECTRICITE MWh/AN	COMBUSTIBLE Kth/AN	ELECTRICITE MWh/AN	COMBUSTIBLE Kth/AN	ELECTRICITE MWh/AN	TRADITION- NELLE	ECHANGEUR	ECHANGEUR + PAC	ECHANGEUR SEUL	ECHANGEUR + PAC
- SECTEUR EST												
. BERNON II	7,3	2 656	212	0	418	0	389	417	104	97	313	320
. LYCEE TECHNIQUE	7,3	2 892	90	11	313	11	283	419	80	3	339	416
. BERNON I	7,4 *	24 174	773	6 728	2 188	6 728	1 996	3 460	1 456	1 408	2 004	2 052
. LA VAUTE	7,3	5 004	263	3 954	347	3 954	337	751	628	626	123	125
TOTAL EST		34 726	1 338	10 693	3 266	10 693	3 005	5 047	2 268	2 134	2 779	2 913
- SECTEUR OUEST												
. ST THIBAULT	8,9	6 163	291	495	793	0	1 553	765	253	388	512	377
. CUISINE	8,9	533	14	62	57	50	121	63	21	30	42	33
. PISCINE	8,9	2 146	33	930	140	0	473	245	139	118	106	127
. SALLE DES FETES	8,9	715	21	402	48	0	167	86	57	42	29	44
. HOPITAL	8,4	7 238	124	7 238	124	4 747	695	893	893	738	0	155
TOTAL OUEST		16 795	483	9 127	1 162	4 748	3 009	2 052	1 363	1 316	689	736
TOTAL GENERAL		51 521	1 821	19 820	4 428	15 441	6 014	7 099	3 631	3 450	3 468	3 649

Température en tête de puits = 60°C.

TABLEAU 4 : BILAN ECONOMIQUE GLOBAL

P O S T E S	SOLUTION TRADITIONNELLE	SOLUTION ECHANGEUR	SOLUTION ECHANGEUR + PAC
- Investissements (KF HT)		30 450	33 380
- Consommations de chaleur d'appoint (KTh/an)	51 521	19 820	15 441
- Consommations d'électri- cité (MWh/an)	1 821	4 428	6 014
- Economie d'énergie primaire (TEP/an)		3 468	3 649
- Bilan d'exploitation (KF HT/an)			
. combustible	6 754	3 024	2 192
. électricité	583	1 391	1 889
. entretien-maintenance (P2 + P3)	2 358	2 028	2 370
. Total	9 695	6 443	6 451
. Economie d'ex- ploitation (par rapport à la solution tradi- tionnelle)		3 252 (- 37 %)	3 244 (- 33 %)
- Ratio énergétique (F HT/TEP)		8 780	9 150
- Ratio de rentabilité (E/I)		0,107	0,097

2.1.4.2 - Etude financière

a) Hypothèses de l'étude financière :

L'étude financière ne peut être effectuée qu'en connaissance des modalités précises de la réalisation. L'hypothèse retenue correspond aux données suivantes :

- Maître d'ouvrage : Société d'Equipement des Deux Marnes.
Le statut fiscal de la S.E.D.M.A. permet la récupération de la TVA. Les calculs seront donc effectués hors taxes.

- Calendrier de réalisation

. Accord du Comité Géothermie	Mai 1981
. Préparation du premier forage	Mai - Novembre 81
. Premier forage	Déc. 81 - Janv. 82.
. Second forage et réseaux de surface	Fév. - Sept. 82.
. Mise en service	Octobre 82.

b) Dépenses de réalisation

Investissement en F HT (valeur février 81)	35 780 000 F
Maîtrise d'ouvrage 3,5 % sur total TTC	1.473 000 F
Fonds de garantie 3 % sur total HT	1 073 000 F
	<hr/>
	38 326 000 F
Actualisation, fin de travaux Sept. 82, coefficient 12 % par an $1,12 \times 1,08 = 1,21$	46 359 000 F
Frais financiers 5 %	2 318 000 F
	<hr/>
	48 677 000 F HT

c) Coût du premier forage

Investissement en F HT (valeur février 81)	8 647 000 F
Maîtrise d'ouvrage 3,5 % sur total TTC	356 000 F
	<hr/>
	9 003 000 F HT

. Prêt de la Caisse des Dépôts ou de la Caisse d'Epargne

Le solde est emprunté auprès de la Caisse des Dépôts ou de la Caisse d'Epargne.

Durée : 20 ans

Intérêt : 10,25 %.

2.1.5 - Fonctionnement de l'installation géothermique

Les réseaux de distribution ne sont pas encore rigoureusement définis, aussi nous bornerons-nous à décrire les caractéristiques de fonctionnement du système d'exploitation proprement dit.

2.1.5.1 - Les centrales géothermiques

a) Solution échangeur :

L'aménagement des centrales consiste essentiellement en la mise en place des équipements d'échange de chaleur et des équipements de distribution des fluides. Chaque centrale est composée de :

- . un échangeur à plaques en acier au titane servant de transfert de chaleur entre le fluide géothermal et le fluide géothermique,
- . un groupe de pompe équipé de régulateur de pression, destiné à la distribution du fluide géothermique.

L'emprise au sol d'une telle centrale est peu importante. C'est un local de quelques dizaines de mètres carrés, construit à proximité des têtes de puits (Cf. photo 7).

b) Solution pompe à chaleur :

La centrale du secteur est restée conforme à la description qui en est faite ci-dessus.

La centrale du secteur ouest reçoit un équipement complémentaire composé de trois groupes de refroidissement de liquide (PAC) dont les condenseurs et les évaporateurs sont raccordés en série dans le but d'obtenir un meilleur COP (coefficient de performance).

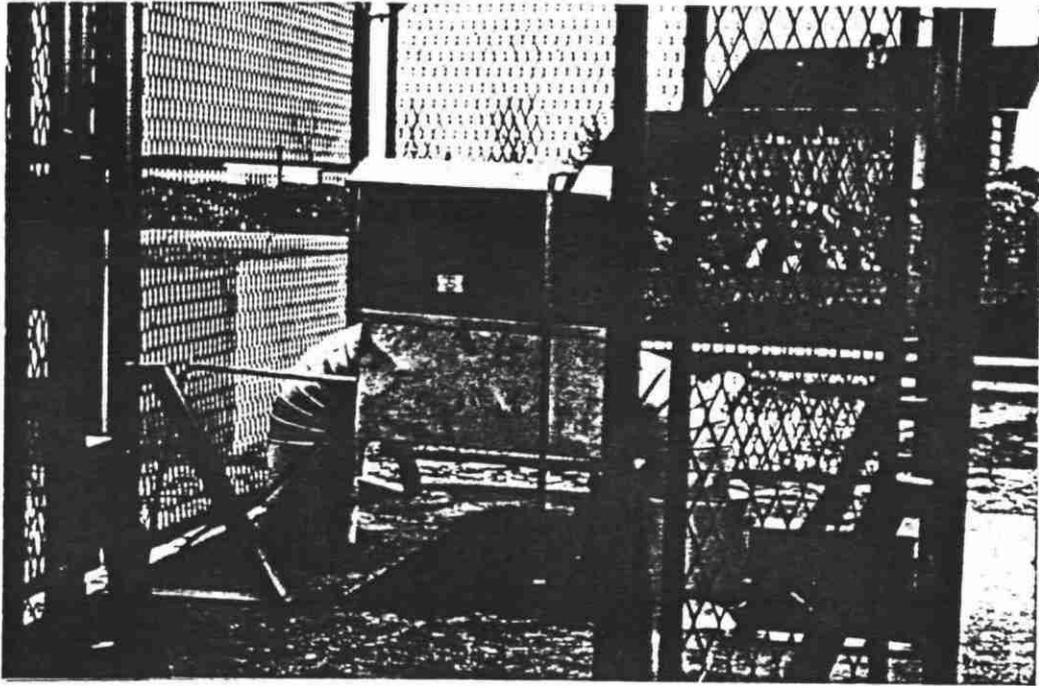


Photo 7 : une tête de puits géothermique.

2.1.5.2 - Caractéristiques des réseaux de distribution

a) Distribution du fluide géothermal

Mise en place en fond de fouille d'une canalisation en fibre de verre et résine ou en fonte revêtue intérieurement d'un matériau, résistant aux effets chimiques du fluide géothermal.

Installation des pompes d'extraction et de réinjection du fluide géothermal.

Si l'échangeur thermique est installé sur le site des forages, la canalisation du fluide géothermique sera très courte car la distance au sol entre les deux forages ne sera que de 15 mètres environ.

b) Distribution du fluide géothermique

Mise en place en fond de fouille de deux canalisations (Aller + Retour) en acier ou en fonte revêtues d'une sorte d'isolation thermique.

2.2 - EVALUATION DES IMPACTS DUS AU PROJET

2.2.1 - Impact sur le milieu naturel

2.2.1.1 - le sol

La mise en oeuvre de l'aire de chantier de forage va conduire à un décapage de terre végétale, remplacée provisoirement par une grave tout venant compactée.

Cette surface ainsi préparée peut être considérée comme très peu perméable et de ce fait, sujette à provoquer un afflux d'eau de ruissellement en aval du chantier et notamment à la suite de violents orages.

Ces eaux de ruissellement devront donc être collectées dans les bourbiers dont le niveau devra être contrôlé régulièrement. Aucun débordement ne pourra être toléré. En effet, les terrains plantés de vignes, situés en contrebas, accusent de fortes pentes ; ils sont donc très sensibles au ravinement.

En outre, les hydrocarbures, acides et tout autre produit risquant de nuire au sol après déversement accidentel sur l'aire de chantier, devront être entreposés en un endroit où leur récupération sera toujours possible (écoulement vers les bourbiers de préférence).

2.2.1.2 - le sous-sol

Dans l'état actuel des connaissances, cet impact est difficile à prévoir à cause de l'incertitude demeurant sur la nature exacte des terrains constituant le fond de la carrière.

Aussi, un forage de ce type peut-il être considéré comme un impact positif. En effet, à sa faveur, une étude géotechnique comprenant plusieurs sondages devra être réalisée préalablement à l'exécution de l'aire de chantier du forage. Les résultats de l'étude permettront de déterminer les caractéristiques du sous-sol et de concevoir la plateforme en conséquence, pour éviter tout risque de tassement ou de glissement.

2.2.1.3 - les eaux de surface

Eaux de rejet

Les eaux de rejet du forage sont constituées par les boues de forage, après filtration et décantation de celles-ci dans le borbier, et l'eau pompée au cours des essais de développement et de mise en production de l'ouvrage.

Ces rejets sont constitués par de l'eau boueuse non toxique, qui peut être rejetée sans danger dans le réseau d'eaux pluviales. Elle contient en effet des produits inertes, tels que :

- de la bentonite, qui est une argile particulière et chimiquement inerte,
- des lignosulfates, dérivés cellulosiques non toxiques,
- du carbonyl-méthyl cellulose, non toxique et utilisé dans les industries agro-alimentaires.

L'eau prélevée au cours des pompages aura une minéralisation moyenne (6 à 8 g/l) et sa température devrait être de l'ordre de 60°C. Le débit prélevé au cours des essais ne serait pas supérieur à 150 m³/h, ce qui durant 48 h de pompage conduit à un volume extrait de l'ordre de 7000 m³.

L'ensemble de ces eaux pourra être rejeté dans le réseau d'eaux pluviales de la Belle Noue, soit par citernage jusqu'au bassin de décantation (Cf. plan 1), soit par conduite provisoire débouchant dans le caniveau dallé rejoignant ce même bassin (après acceptation des propriétaires du vignoble).

Le réseau d'eaux pluviales rejoint le ruisseau des Tarnands, qui se jette dans la Marne quelques dizaines de mètres à l'Ouest. Ce ruisseau qui avait un débit de l'ordre de 0,5 m³/s en juin 1981 présente une eau très trouble où aucune vie piscicole ne semble pouvoir exister. De ce fait, en regard du débit de la Marne (70 m³/s), le rejet des eaux de forage après stockage dans les borbiers pour les refroidir à 30°C paraît acceptable. Le rejet pourra être réalisé à débit modulé suivant le débit de la Marne. Il faut noter que cette nuisance est très temporaire (quelques jours seulement par forage pour les eaux d'essais de débit).

2.2.1.4 - les eaux souterraines

. Nappe du Cuisien :

Cette nappe aux caractéristiques très médiocres alimente (pour partie avec les eaux météoriques), les marès existant dans le fond de la carrière. Elle est certainement à l'origine de l'écoulement ($\neq 100 \text{ m}^3/\text{h}$ en juin 81) se présentant sous forme de griffon à l'entrée du site. Cet écoulement se dirige naturellement vers le Sud en empruntant le chemin de la source (vers les Terres Rouges).

L'exécution de l'aire de chantier de forage modifiera cet état naturel ; les eaux devront être canalisées vers les borbiers et tout spécialement les eaux arrivant à l'Ouest du chantier (suintements d'eau souterraine), c'est à dire à proximité même des borbiers.

. Nappe de la craie :

La nappe de la craie est peu vulnérable au droit du Mont Bernon, étant donné d'une part les argiles tertiaires recouvrant la craie et d'autre part la grande épaisseur de craie "non saturée" (environ 80 m) se trouvant au-dessus de la nappe.

Néanmoins, après le décapage des argiles et compte-tenu de l'importance de cette nappe pour l'alimentation en eau potable des collectivités (Epernay notamment dont les captages sont situés à 1,4 km du site), toutes les précautions de protection devront être prises à partir de la surface (borbiers étanches....) qu'à partir du forage même (cimentations pour éviter les mélanges d'eaux salées profondes avec l'eau douce de la nappe de la craie).

. Nappes profondes :

Un forage profond peut être à l'origine, par suite d'une mauvaise complétion, de communications entre aquifères de caractéristiques différentes. Les aquifères de l'Albien, du Lusitanien et du Dogger devront donc être isolés les uns des autres.

En outre, au plan quantitatif, la mise en service d'un forage à un débit de 150 m³/h ne peut se faire dans un aquifère captif sans que la pression du gisement ne diminue au cours du temps.

En effet, une exploitation intense d'un réservoir n'est possible que si une réalimentation naturelle restitue les volumes d'eau exploitée. Dans le cas contraire, on risque de voir les capacités de production du forage s'amenuiser.

C'est pourquoi, la plupart du temps, un forage géothermique n'est pas réalisé seul, mais en parallèle avec un forage de réinjection de l'eau refroidie après récupération des calories en surface.

De plus, pour chaque ouvrage d'exploitation est défini un périmètre d'exploitation qui protège les réserves exploitables du point de production (Cf. permis d'exploitation).

2.2.1.5 - la faune et la flore

Le déboisement de l'ensemble forestier dit du "Petit Bernon" concerne la partie la moins intéressante du site.

Les nombreuses espèces représentées ici ne possèdent pas de caractère particulier (Cf. paragraphe 1.2.2). Il est toutefois possible que malgré un reboisement après les travaux, le caractère de zone très humide de ce site ne soit pas restitué. En effet, les travaux s'accompagneront d'un assainissement indispensable à la mise en oeuvre de l'aire du forage. Aussi, par la suite, la flore et la faune caractéristiques de zones pseudo marécageuses seront-elles difficiles à réintroduire.

2.2.1.6 - le paysage et l'occupation des sols

a) Perception visuelle du site :

Ce chantier temporaire, situé sur un point haut, sera perçu directement d'un grand nombre de points se trouvant au Sud du "Petit Bernon". L'impact visuel sera toutefois très limité car le projet étant situé en zone rurale, les zones habitées du Sud du "Petit Bernon" sont très éloignées.

De plus, le profil élancé du mât de la sondeuse (35 à 40 m de hauteur au-dessus du sol) s'inscrit assez correctement dans le paysage. La perception de cette structure présente généralement pour la population davantage un aspect attractif que repoussant.

En définitive, la perception du site se fera principalement par le trafic routier empruntant la D 40 a, menant de Chouilly à Pierry (600 m de distance) et par les bourgs de Cuis et Cramant (3,5 et 5 km de distance).

Après le réaménagement, la perception à distance du local technique de production et de réinjection sera absolument nulle.

b) Occupation des sols :

Le site est actuellement occupé par un bois difficilement pénétrable à cause d'une végétation arbustive dense et d'un nombre de mares important.

L'installation de l'aire de forage sera précédée comme nous l'avons déjà mentionné par un déboisement et un assainissement. Après la coupe du bois, il faudra procéder d'abord au décapage de la terre végétale qui sera stockée provisoirement en bordure du chantier (sur une dizaine de mètres de largeur au Nord au-delà de la plateforme) puis, si nécessaire, au déblaiement de la couche argileuse recouvrant la craie si l'étude géotechnique montrait que sa portance n'est pas suffisante pour l'installation de la plateforme de forage.

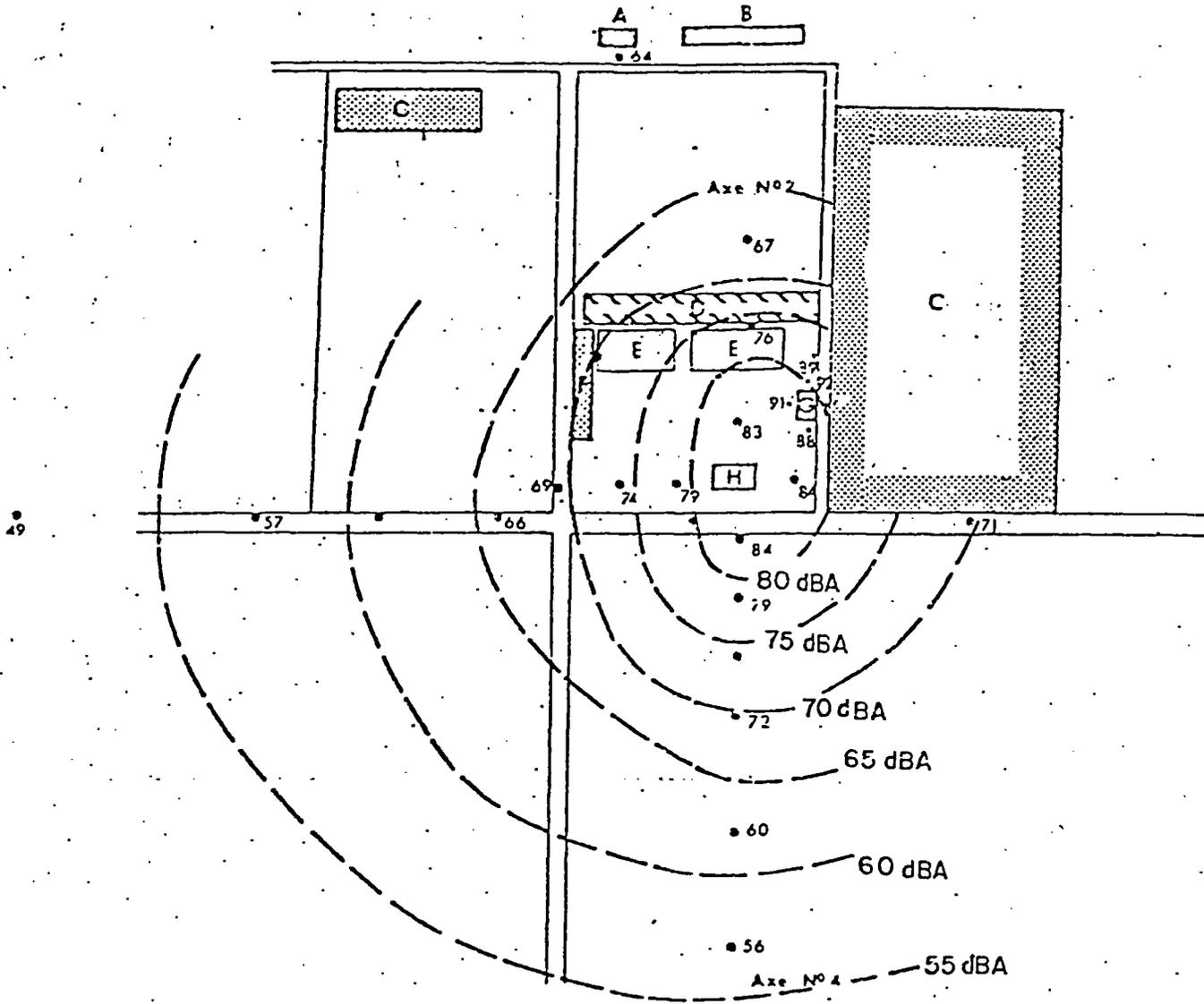
2.2.2 - Impact sur le voisinage

2.2.2.1 - Bruits, vibrations et poussières

a) Bruits :

Les premières habitations se trouvent à plus de 200 m des points de forage prévus. Pour estimer le bruit prévisible du au forage, nous utiliserons des mesures acoustiques réalisées en cours de forage sur un site rural sans obstacles notoires (Melleray, figure 5).

Résultats des points de mesure de bruit



- A Maison
- B Hangar
- C Serres
- D Butte en terre
- E Bacs à eau
- F Bureaux
- G Groupe électrogène
- H Plate-forme forage

Echelle 1/3000

• 52

Hauteur de mesure : 2 m
 Tous les moteurs en marche
 (12 moteurs).
 Mesures du 27.12.1979

A cette distance, les niveaux prévisibles sont de l'ordre de 56 à 57 dBA en phase de forage maximum (tous les moteurs en marche).

En tenant compte des remarques suivantes :

- la plateforme et les moteurs sur le site d'Epernay seront en contrebas par rapport aux bords du site (topographie d'ancienne carrière), les bords en terre joueront le rôle d'écran ;
- des rideaux d'arbres entoureront le site, atténuant le bruit ;
- la plateforme utilisée à Melleray est une des plus bruyantes connue et il est probable que celle utilisée à Epernay ait un taux de décibels moindre ;

il apparait que le niveau à prévoir en ce qui concerne les habitations ne dépassera pas celui de l'état initial, de l'ordre de 50 dBA. Seules les manoeuvres de tiges au sommet du mât causeraient quelques perturbations sonores.

b) Vibrations :

La présence d'un sol argileux en surface atténuera les vibrations dues au forage, qui de toute façon restent négligeables pour le voisinage.

c) Poussières :

Par temps sec, l'arrivée des camions, en particulier lors de la mise en place et du repli du forage, peut amener le déplacement d'un peu de poussières.

2.2.2.2 - Odeur - Dégagements gazeux

En dehors du problème de bruit évoqué précédemment, des dégagements gazeux, hydrogène sulfuré (H_2S) en particulier, peuvent se produire lors de forages géothermiques, mais ils ne sont pas systématiques et en géothermie basse énergie (température souvent inférieure à $80^{\circ}C$), leur concentration n'atteint jamais un seuil critique.

Aussi, compte-tenu de la distance des premières habitations, seul le personnel du chantier sera susceptible de ressentir les effets de ces dégagements gazeux.

2.2.2.3 - Circulation afférente au chantier

Le voisinage devra subir un trafic routier accru pendant la période de préparation de l'aire de forage (1 mois environ) et pendant la réalisation même des forages (soit environ 4 à 5 mois au total).

Il faut en effet prévoir une circulation assez intense de poids-lourds pour l'installation du chantier et un peu plus réduite (2 à 3 poids lourds par jour) en cours de forage pour l'apport de tout le matériel de forage et l'approvisionnement en tubages, produits de boues, ciments, carburants.....

De plus, de nombreux véhicules de liaison (visites du maître d'ouvrage, du maître d'oeuvre, personnel de l'entreprise et des sociétés de service) seront amenés à circuler de jour comme de nuit en direction du chantier.

Les riverains du chemin de la source seront les plus perturbés par ce trafic, compte tenu de la faible fréquentation actuelle de ce chemin. Aussi, est-il nécessaire que le maître d'ouvrage informe les habitants de cette gêne temporaire et des mesures qui seront prises pour diminuer les nuisances liées au chantier (problèmes de sécurité à respecter et mesures réglementaires prises aux abords immédiats du chantier).

2.2.3 - Impact sur les infrastructures

2.2.3.1 - Réseau d'alimentation en eau potable

Les besoins en eau du chantier, destinés à l'alimentation du bournier, sont évalués en permanence à 5 m³/h. Par contre, ce débit est insuffisant lorsqu'on travaille en pertes totales, c'est-à-dire lorsque la boue injectée en tête disparaît dans le forage au droit d'une formation aquifère.

De même, les besoins en eau sont supérieurs au débit précédent pour réaliser les cimentations de tubages.

Dans ce cas, il est nécessaire de disposer pour une durée limitée dans le temps d'un débit d'environ 100 m³/h.

Une conduite d'eau (Ø 125 mm) se trouve à proximité du site puisqu'elle emprunte le chemin de la source pour alimenter le Centre Vinicole de Champagne de Chouilly. Un branchement peut être réalisé par la Société des Eaux d'Epernay.

2.2.3.2 - Réseau d'eaux pluviales

Le réseau d'eaux pluviales peut supporter une surcharge temporaire due aux eaux d'essais de débit. Des précautions devront toutefois être prises s'il y avait coïncidence du rejet avec de gros orages (non utilisation du caniveau dallé éventuellement).

2.2.3.3 - Voiries

Le chemin de la source risque d'être dégradé par le passage répété de camions, étant donné son état actuel. Il pourrait être envisagé, au moins partiellement, un renforcement de cet accès.

Les autres accès, de création plus récente, ne devraient pas subir de détérioration. Toutefois, remarquons que les travaux réalisés en période de gel - dégel auraient certainement une incidence fâcheuse sur les accès.

2.2.4 - Impact socio économique

Le projet de géothermie d'Épernay a pour objectif d'économiser la consommation de fuel et de charbon (équivalent de 3500 TEP environ).

Il n'est pas destiné à créer des emplois nouveaux (utilisation industrielle de la géothermie), mais à chauffer des logements.

3 - RAISONS POUR LESQUELLES LE PROJET A ETE RETENU

3.1 - CONDITIONS GEOLOGIQUES, HYDROGEOLOGIQUES ET ECONOMIQUES

Les études de faisabilité hydrogéologique et économique ont montré que l'exploitation du Dogger au droit d'Epernay était intéressante quant aux ressources disponibles dans ce réservoir comparées aux besoins de surface.

3.2 - ENVIRONNEMENT DES SITES DE FORAGES EXAMINES

La recherche d'un site susceptible d'accepter l'installation d'une plateforme de forage a présenté d'importantes difficultés dans la région d'Epernay, au point de vue des disponibilités de terrains.

En effet, dans ce secteur, les pentes accentuées du Mont Bernon et les plantations de vignobles rendent difficile la mise à disposition d'un hectare environ pour l'installation d'une aire de chantier de forage.

En conséquence, il a été décidé de réaliser le doublet de forages à partir de la même plateforme, avec un premier forage droit (production) et le deuxième forage dévié (réinjection). Cette disposition conduisait à écarter la possibilité d'utiliser le terrain situé à proximité du Collège Technique pour des raisons d'exiguïté.

Pour des raisons d'éloignement par rapport à la principale zone à chauffer, les terrains situés près du Parc Roger Menu et près de l'Hôpital devaient également être écartés. Il restait en fait :

- le Mont Bernon (sur le site de l'ancienne carrière),
- le Petit Bernon (endroit décrit ci-avant).

Concernant l'exploitation de la ressource géothermique, le Mont Bernon apparaissait mieux placé, car proche de la chaufferie à raccorder.

Par contre, sur le plan du voisinage, le Petit Bernon ne présente pas d'inconvénient majeur, alors que le forage sur le Mont Bernon serait situé à proximité immédiate (50 m environ) du groupe de 3 maisons construites au carrefour du chemin de la source avec le chemin dit du Mont Barbon.

Les autres sites évoqués plus haut sont encore plus défavorables à cet égard.

3.3 - PROTECTION DU SITE CLASSE

Au point de vue de la protection du site classé que constitue le Mont Bernon, il est apparu préférable d'envisager un défrichage sur une partie du Petit Bernon, plutôt que sur le Mont Bernon même. C'est en définitive cet élément qui a été déterminant dans le choix de l'emplacement des forages géothermiques au "Petit Bernon".

4 - MESURES ENVISAGEES POUR PREVENIR, SUPPRIMER
REDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER
LES CONSEQUENCES DOMMAGEABLES
DUES AU CHANTIER DE FORAGES

4.1 - MESURES CONTRE LES EFFETS SUR LE MILIEU NATUREL

4.1.1 - Le sol

Le sol sera décapé et entreposé provisoirement à proximité de la plateforme pour pouvoir être réutilisé pour le réaménagement. Le stockage pourra se faire en bordure nord du chantier.

Par ailleurs, afin d'éviter toute dispersion de produits nocifs sur les terrains situés en contrebas de la plateforme, ces produits (acides, hydrocarbures, ciments, produits à boues...) seront stockés dans un lieu, de telle sorte que leur récupération dans les bourbiers soit toujours possible. Ces produits devront alors être traités sur place ou citernés vers une décharge contrôlée.

De plus, pour éviter tout ravinement dans le vignoble causé par un débordement de bourbiers, ces derniers seront soit équipés d'un trop plein d'évacuation vers le réseau d'eaux pluviales, soit citernés régulièrement.

4.1.2 - Le sous-sol

Une étude géotechnique sera entreprise préalablement à l'ouverture du chantier, pour connaître la stabilité et le tassement admissible du sous-sol. Ces caractéristiques, obtenues après différentes reconnaissances effectuées sur le site, permettront de réaliser une plateforme de forage de portance suffisante ($0,6 \text{ kg/cm}^2$) pour supporter la foreuse.

Cette plateforme (15 x 10 m environ) sera calculée en fonction du type de machine retenue, par un dosage de béton et un ferrailage adaptés. Elle pourra être conservée en fin de chantier, en fonction de l'infrastructure nécessaire pour exploiter l'ouvrage.

4.1.3 - Les eaux de surface

Les eaux de décantation des boues ainsi que les eaux d'essais de débit pourront être rejetées dans la Marne par l'intermédiaire du caniveau dallé en pierre, existant sur le flanc nord du Mont Bernon (après accord des propriétaires). Ce caniveau rejoint le réseau d'eaux pluviales de la Belle Noue qui débouche dans le ruisseau des Tarnauds.

Les eaux de décantation des boues peuvent présenter une certaine charge colloïdale sans pour autant constituer une nuisance pour les eaux de surface (l'eau du ruisseau des Tarnauds est actuellement très trouble et le débit de la Marne est très important, comparé au débit des rejets).

Les eaux d'essais de débit présentent une minéralisation de l'ordre de 6 à 8 g/l, une température voisine de 60°C, ainsi qu'une DBO (Demande Biochimique en Oxygène = mesure de consommation de l'oxygène dissous par les microorganismes en fonction du temps) et une DCO (Demande Chimique en Oxygène) élevées, pouvant causer une nuisance aux eaux de surface. A titre indicatif, au forage de Coulommiers, le DCO était de 1700 mg/l et la DBO de 175 mg/l.

Cette demande pourrait être nettement diminuée si la possibilité de rejet dans le caniveau dallé était offerte. En effet, sur une longueur de 500 m, une oxygénation naturelle peut s'effectuer à la faveur de ce conduit aérien.

Il présenterait en outre l'avantage de refroidir le fluide qui, pour ne pas occasionner de nuisance majeure au cours d'eau, ne devrait pas avoir une température supérieure à 30° au rejet.

En ce qui concerne les effets de la surcharge en sels minéraux fournie par l'eau rejetée, un calcul sommaire montre que l'apport de sels dissous à la Marne sera tout à fait négligeable, compte-tenu du débit de la rivière (un rejet de 100 m³/h à 10 g/l conduirait après mélange homogène dans la rivière à une augmentation de 0,03 g/l pour un débit de la Marne de 10 m³/s).

Il n'y a donc pas de précaution particulière à prendre en ce qui concerne les rejets dans la Marne ; il faudra toutefois veiller au débit du ruisseau des Tarnauds et ajuster le débit du rejet pour que l'augmentation de salinité soit tolérable.

En cours d'exploitation, les eaux du Dogger une fois la chaleur récupérée (après échangeur) seront réinjectées dans le même réservoir.

4.1.4 - Les eaux souterraines

Concernant les aquifères profonds, le programme de tubages et cimentations est tel qu'aucune communication entre aquifères n'est possible (Cf. chapitre I).

En outre, au niveau de l'aquifère exploité (Dogger), la réinjection de l'eau refroidie permettra de maintenir la pression du gisement et aussi de conserver à ce réservoir son potentiel d'exploitabilité quant au débit. Quant à la température, l'éloignement du forage de réinjection sera déterminé après les essais réalisés sur le premier forage de telle sorte qu'aucune baisse ne se fasse sentir avant une trentaine d'années.

Concernant les liaisons entre la nappe phréatique (nappe de la craie) et le chantier de forage proprement dit, les risques sont faibles compte-tenu de l'épaisseur de la zone non saturée (80 m environ) mais, néanmoins, il est prévu de collecter toutes les eaux de ruissellement de l'aire du chantier de forage dans les bourniers et d'étancher efficacement ces bourniers (film synthétique, photos 8 et 9).

Par la suite, ces bourniers seront nettoyés avant réaménagement soit par récupération des déblais et dépôts dans une décharge contrôlée, soit par traitement sur place des déblais pour les indurer afin de les rendre inertes (procédé Neyrtec) pour pouvoir les utiliser comme matériaux de remblaiement si nécessaire.

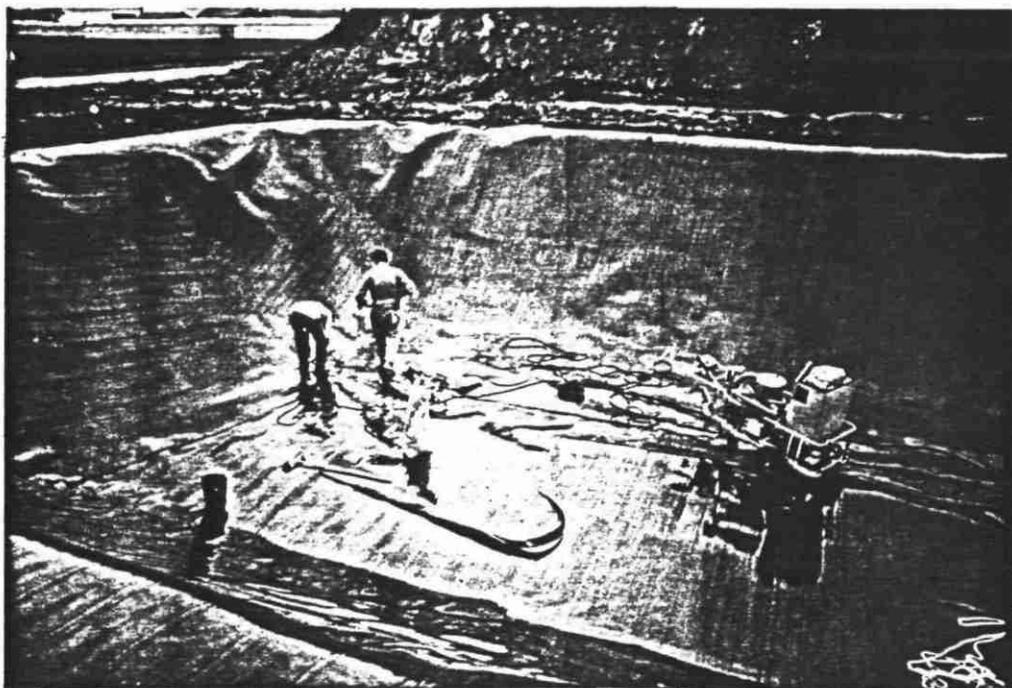


Photo 8 : Mise en place d'un film synthétique
d'un bournier.

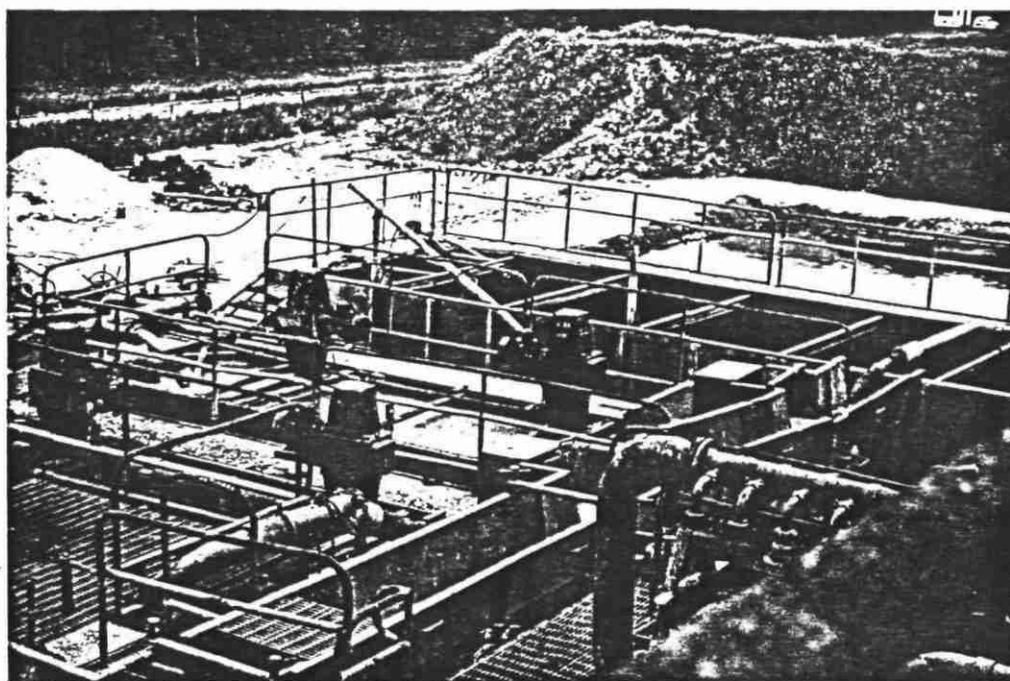


Photo 9 : Les bacs à boue et le bournier (second plan)
d'un chantier de forage.

4.2 - MESURES CONTRE LES EFFETS SUR LE VOISINAGE

4.2.1 - Bruits, vibrations, poussières

a) Bruits :

Seules les manoeuvres de tiges sur le mât sont susceptibles de perturber de temps à autre l'environnement sonore du site. Aussi, autant que faire se peut, il sera nécessaire d'être attentif à limiter au maximum ces manoeuvres la nuit.

b) Vibrations :

Aucune mesure compensatoire n'est nécessaire au niveau de ce site.

c) Poussières :

Afin de limiter le soulèvement de poussières, les camions chargés d'amener le matériel limiteront leur vitesse sur la partie du chemin mal goudronnée.

4.2.2 - Dégagements gazeux - Odeurs

Au cours des essais de débit, des dégagements d'hydrogène sulfuré peuvent se produire. Il est possible de les limiter par adjonction d'eau froide à l'eau prélevée au Dogger jusqu'à abaisser sa température à 30°C. Cette baisse de température a pour effet de limiter les dégagements d'H₂S.

Il est par ailleurs peu probable de rencontrer des dégagements de méthane au niveau du Dogger à Epernay.

Néanmoins, pour des motifs de sécurité et de réglementation, le forage sera équipé d'une vanne spéciale type B.O.P. après pose du tubage 7" et avant poursuite de la reconnaissance dans l'aquifère.

Cette vanne, d'un usage courant sur les forages pétroliers, est montée en tête d'ouvrage et se ferme automatiquement lors d'une éventuelle brusque augmentation de la pression dans le forage.

La mise en oeuvre de la plateforme pourrait s'accompagner d'un drainage des eaux souterraines (nappe du Cuisien) sur les bordures nord et ouest de la plateforme ; une tranchée drainante semble indiquée pour assurer ce drainage.

4.1.5 - La faune et la flore

Il est possible que le site perde son aspect marécageux et que de ce fait, la faune et la flore soient un peu différentes (saules...., grenouilles...). Cette modification semble à priori acceptable, son incidence dépendra de l'aménagement paysager qui sera retenu ; un reboisement serait le mieux approprié pour restituer à la faune et à la flore un aspect correspondant à l'état initial.

4.1.6 - Le paysage et l'occupation des sols

Les effets sur l'occupation des sols seront importants comme nous l'avons vu au chapitre 2 puisque temporairement, le site boisé sera remplacé par une plateforme en graviers compactés. Le réaménagement après les travaux devra pallier cet impact provisoire (durée des travaux de forage 3 à 4 mois).

Les effets sur le paysage proprement dit seront moins aigus car la perception visuelle du site pourra être limitée en conservant un rideau d'arbres existants en bordure est, nord et ouest de la plateforme.

Par ailleurs, étant donné la position dominante que présentera le sommet du mât de forage (+ 20 m environ par rapport au sommet du Mont Bernon), ce dernier devra être repérable de jour comme de nuit par la circulation aérienne.

En ce qui concerne les installations permanentes (têtes de puits et local de production et de réinjection), celles-ci pourront être intégrées de manière harmonieuse au réaménagement du site. Si toutefois cela s'avérait nécessaire, ces installations pourraient être construites en souterrain mais il faudrait prendre en compte que ce choix entraînerait un surcoût important au chapitre du réaménagement.

Elle permet de canaliser les venues gazeuses vers une colonne de dégazage (séparation des phases liquide et gazeuse) avant l'évacuation vers la torchère, dont le rôle est de brûler les gaz résiduels.

Pour ces raisons, un périmètre réglementaire de protection de 30 m sera délimité autour du forage, hors duquel doivent se trouver tous les engins à moteur.

Ceux-ci doivent en outre, comme le moteur de la foreuse et ceux des pompes et les éclairages mis en oeuvre sur le chantier, être munis de dispositifs antidéflagrants conformes aux normes de sécurité en vigueur.

4.2.3 - Circulation de véhicules

Un chantier de forage conduit à la mise en oeuvre d'un certain nombre de véhicules et notamment de poids lourds (terrassement de la plateforme, amenée du matériel de forage...).

Un seul convoi exceptionnel est prévu pour amener sur place la machine de forage.

Sur le chemin de la Source, étroit, à voie unique mais à double sens et présentant une rampe assez forte, les poids lourds devront circuler à allure modérée. De plus, il paraît souhaitable d'instaurer une circulation à sens unique sur ce chemin (sens de montée). Pour la descente, les véhicules emprunteraient le chemin dit du Mont Barbon qui rejoint également l'avenue d'Ettingen (Cf. Planche I).

4.2.4 - Chantier

Le problème de la sécurité à assurer sur le chantier est fondamental et les mesures réglementaires en vigueur devront être rigoureusement appliquées.

L'emprise du chantier devra être entièrement fermée par une clôture d'au moins 2 m de haut, sauf au lieu d'accès où une fermeture provisoire sera prévue ; un éclairage nocturne sera mis en service avec dispositifs antidéflagrants sur les lampadaires.

Les abords du chantier seront signalés au public avec les panneaux réglementaires, disposés aux carrefours des voies d'accès immédiates.

Une pancarte indiquant l'interdiction d'entrée à toute personne étrangère sera clairement mise en place à l'extérieur du chantier.

Le port du casque réglementaire sera obligatoire à l'intérieur du chantier.

4.3 - MESURES CONTRE LES EFFETS SUR LES INFRASTRUCTURES

Des branchements EDF et PTT peuvent être effectués à partir du poste MT.BT, 400 KVA des Pissottes et à partir du poste PTT situé face à l'école maternelle du "bas" du chemin de la Source (Cf. Planche I). Ces travaux ne semblent pas poser de problème particulier.

4.3.1 - Adduction d'eau

Un branchement peut être exécuté sur la canalisation d'eau (\emptyset 125 mm) empruntant le chemin de la source et desservant le Centre Viticole de Champagne de Chouilly. Ce branchement devra être capable de fournir un débit instantané de 100 m³/h pendant 2 à 3 jours de suite.

Il ne semble pas, d'après la Société des Eaux d'Epernay, que des mesures particulières contraignantes doivent être prises pour réaliser ces travaux.

4.3.2 - Réseau d'eaux pluviales

Le réseau est capable d'accepter les débits supplémentaires fournis par les eaux de décantation des boues et les eaux d'essais de débit. L'utilisation du caniveau dallé rejoignant le bassin de décantation de la Belle Noue devra être examiné avec les propriétaires du vignoble environnant.

De même, il faudra voir avec eux les possibilités de faire passer une canalisation provisoire partant des bourbiers et débouchant dans le caniveau ; sinon, un citernage devra être prévu.

4.3.3 - Voiries

La voirie de type urbain ne devrait pas subir de dégradation spéciale à l'occasion des travaux de forage.

Par contre, le chemin de la source qui est un chemin rural ne possède probablement pas une assise suffisamment résistante au passage répété de véhicules lourds.

Avant le commencement des travaux, un état des lieux du chemin peut être souhaitable ; il pourrait montrer qu'un renforcement et un élargissement sont nécessaires.

En cas de travaux en période de gel - dégel, les chargements devront être sérieusement limités pour éviter des dégradations importantes, notamment sur les chemins du Mont Bernon.

4.4 - MESURES CONTRE LES EFFETS SOCIO ECONOMIQUES

L'instauration de bonnes relations entre les responsables du projet (maître d'ouvrage, maître d'oeuvre, entreprise de forage) et la population de Bernon (habitants et associations) constitue un préalable fondamental pour le bon déroulement du chantier.

Dans ce sens, une information aussi complète que possible devra être entreprise auprès des habitants, pour leur montrer l'intérêt économique du projet et ne pas leur dissimuler, ni les nuisances passagères qu'ils subiront, ni les mesures prises pour y remédier.

Les propriétaires du site où sera installée la plateforme de forage devront être correctement informés de la nature des travaux et des efforts mis en oeuvre pour réaménager le site après ceux-ci.

4.5 - ESTIMATION DES DEPENSES NECESSAIRES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les dispositions réglementaires afférentes au chantier n'entraînent généralement pas de dépenses importantes. Ce sont plutôt des contraintes ressenties par les exécutants des travaux.

En ce qui concerne le réaménagement, l'estimation des dépenses sera faite par le paysagiste aménageur.

5 - REMISE EN ETAT DES LIEUX

Cette phase des travaux sera réalisée après exécution des deux forages.

5.1 - PHASE IMMEDIATE

Il s'agira dès la fin du chantier de forage de démonter les installations (derrick, foreuse, pompes, bureaux...) et de déménager tout le matériel entreposé sur le site.

Les bourbiers seront traités et remblayés comme prévu au chapitre précédent. Le ramblaiement sera lié aux exigences du paysagiste aménageur.

Les câbles téléphoniques et les conduites d'alimentation en eau et de rejet des eaux usées seront démontées.

5.2 - PHASE ULTERIEURE

Cette phase concerne le réaménagement du site proprement dit. Elle fait l'objet d'un volet séparé de cette étude car traitée par un spécialiste de l'aménagement paysager.

SECTEURS D'IMPACT	ETAT INITIAL	IMPACT DES TRAVAUX DE FORAGE SUR L'ENVIRONNEMENT	MESURES POUR REDUIRE OU COMPENSER LES CONSEQUENCES DOMMAGEABLES SUR L'ENVIRONNEMENT
MILIEU NATUREL	Sol	Risque de déversement accidentel de produits nocifs (acides, ciments, boues, hydrocarbures) et risque de débordement des bourniers entraînant le ravinement du sol.	Stockage de ces produits en un lieu où leur récupération dans les bourniers est toujours possible. Système de trop plein ou de vidange des bourniers vers le réseau d'eaux pluviales.
	Sous-sol	Tassement, glissement sur la pente.	Etude géotechnique comprenant plusieurs sondages pour détermination de la portance du sous-sol. Si nécessaire, déblai des argiles plastiques.
	Eaux de surface	Rejet d'eau chaude (50 à 60°), de minéralisation 6 à 8 g/l, forte DBO et DCO. Impact très faible compte-tenu du débit de la Marne.	Refroidissement dans les bourniers jusqu'à 30°C.
	Eaux souterraines	Risque d'infiltration de boues et autres produits (acides - carburants..) à travers les bourniers. Risque de communication entre aquifères profonds.	<ul style="list-style-type: none"> Bourniers rendus étanches (films synthétiques.) Cimentations et tubages placés pour éviter les communications entre aquifères. Tubages 7" surépaissis. A la fin des travaux, les boues et déblais de forage seront traités pour être soit citernés en décharge contrôlée, soit traités par le procédé Neyrtec pour les rendre inertes.
	Faune - Flore	Déboisement d'une partie seulement de l'espace forestier.	Réaménagement en boisement.
	Paysage et occupation des sols	Chantier de 8000 m ² en bordure du bois peu visible dans sa partie au sol. Seul le mât de la sondeuse de 35 m sera perceptible de la route de Chouilly à Pierry et des agglomérations lointaines comme Cramant et Cuis.	Conservation d'un rideau d'arbres existant en bordures ouest, nord et est du chantier. A la fin des travaux, choix du réaménagement du site d'après les propositions d'un paysagiste aménageur.
INFRASTRUCTURES	Adduction d'eau	Branchement pour prélèvement de 80 à 100 m ³ /h (pas de nuisance sur ce réseau).	—
	Réseau d'eaux pluviales	Utilisation de ce réseau pour évacuation des eaux de décantation des boues et des eaux d'essais de débit (pas de nuisance).	—
	Voirie	Pas de nuisance sur le réseau urbain récent. Risque de dégradation du chemin rural de la source par les véhicules lourds.	Utilisation du réseau urbain qui ne devrait pas subir de détérioration. Etat des lieux du chemin de la source, afin de l'améliorer avant travaux et de le restaurer après travaux si nécessaire.
VOISINAGE	Bruits-Poussières	Etant donné l'éloignement des habitations les plus proches (200 m), les nuisances causées par les bruits de chantier seront faibles. En période sèche, des soulèvements de poussières peuvent être produits par les camions.	Eviter dans la mesure du possible les manoeuvres du train de tiges pendant la nuit. Allure modérée des camions sur la partie haute du chemin de la source pour limiter les soulèvements de poussières.
	Dégagements gazeux Odeur	Risque de dégagements d'hydrogène sulfuré. Odeur caractéristique.	Vanne type B.O.P. en tête de forage. Dispositifs anti-déflagrants sur les moteurs - éclairages..... Rayon de sécurité de 30 m.
	Circulation de véhicules	Circulation assez importante de poids lourds et voitures pour amener du matériel et produits pour les forages.	Vitesse modérée sur le chemin de la source de forte dénivelée ou circulation à sens unique.
	Chantier	Risque d'accidents sur le lieu des travaux.	Mise en place des panneaux réglementaires d'interdiction d'accès. Clôture du chantier avant début des travaux d'excavation.
	Socio-économie et foncier	Pas de transformation du milieu	Information de la population concernée sur les inconvénients occasionnés par les travaux temporaires et avantages de la solution géothermie.

CONCLUSION

Les études de faisabilité hydrogéologique et économique ont montré que l'exploitation géothermique de l'aquifère du Dogger était intéressante pour le chauffage de logements et d'équipements de la ville d'Epernay et notamment dans le secteur de Bernon.

Un forage profond de 1800 m, voire 1930 m en cas d'approfondissement au Bajocien, doit être entrepris sur le site dit du Petit Bernon, 300 m au Sud-Est du Mont Bernon. En cas de succès, un second forage (pour la réinjection) sera exécuté en déviation vers le Nord à partir du même site.

Le caractère original de cet emplacement est de se trouver en site classé, ce qui implique que le réaménagement après les travaux devront s'harmoniser avec l'environnement.

En ce qui concerne les effets des travaux sur l'environnement (cadre naturel, voisinage et infrastructures), nous devons insister d'une part sur le fait que le site se trouve en zone rurale (vignoble) donc moins vulnérable pour le voisinage et d'autre part, que le caractère spécifique des travaux de forages géothermiques est d'être temporaire. En effet, la durée d'exécution des deux forages ne devrait pas excéder 4 mois.

Les principaux effets engendrés par les travaux ainsi que les mesures à prévoir pour les réduire ou les annuler sont consignés dans le tableau ci-contre.

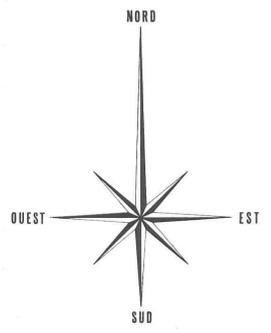


Planche I

VILLE D'EPERNAY
(Marne)

S.E.D.M.A.

**ETUDE D'IMPACT
DES TRAVAUX DE FORAGE GEOTHERMIQUE
D'EPERNAY - MONT BERNON**

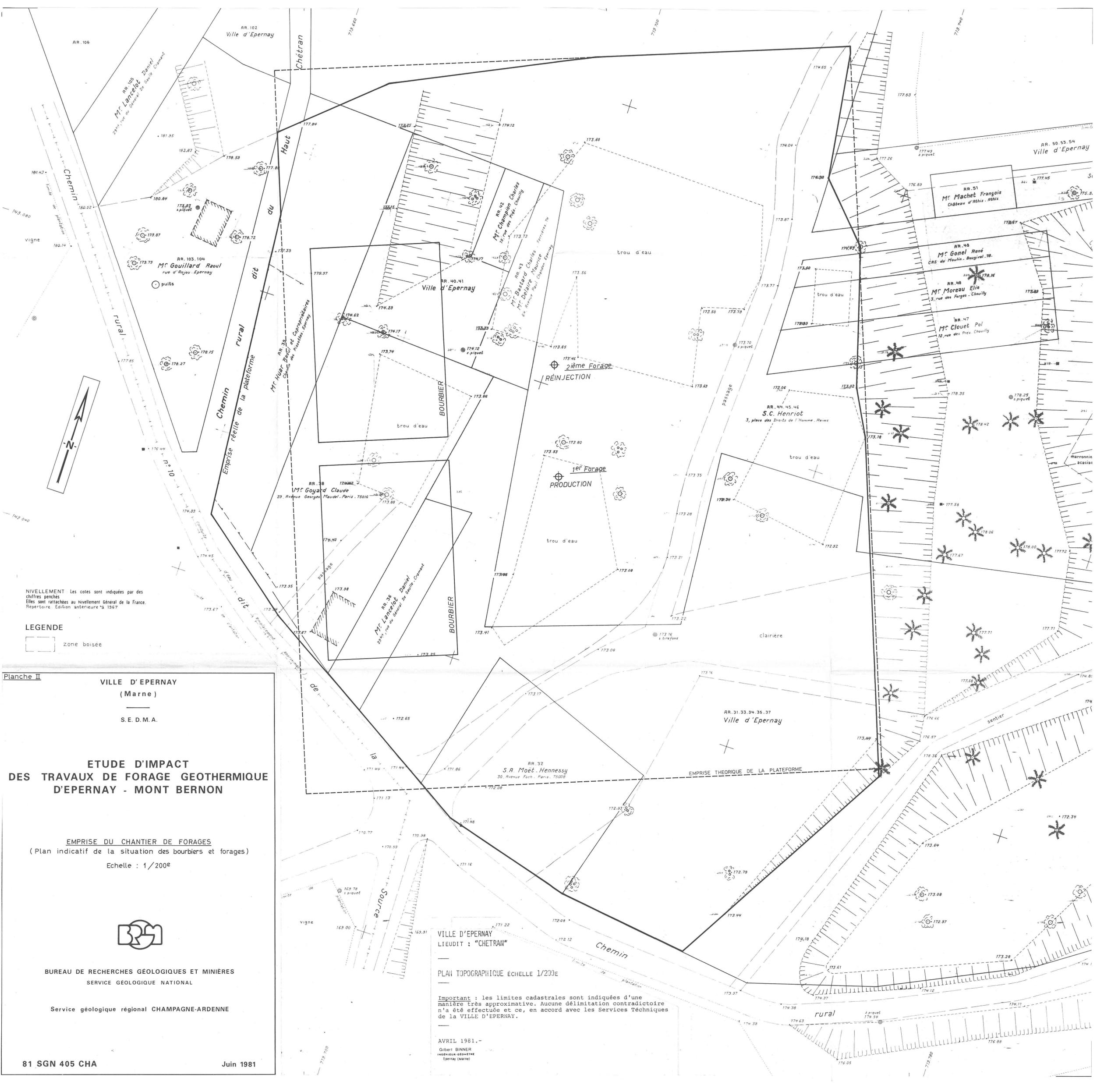
SITUATION DE L'AIRE DU CHANTIER DE FORAGES
ET DES PRINCIPALES INFRASTRUCTURES

Echelle : 1/2000^e



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Service géologique régional CHAMPAGNE-ARDENNE



NIVELLEMENT Les cotes sont indiquées par des chiffres penchés. Elles sont rattachées au Nivellement Général de la France. Répertoire, Edition antérieure à 1967.

LEGENDE
 [] Zone boisée

Planche II

VILLE D'EPERNAY
 (Marne)
 S.E.D.M.A.

**ETUDE D'IMPACT
 DES TRAVAUX DE FORAGE GEOTHERMIQUE
 D'EPERNAY - MONT BERNON**

EMPRISE DU CHANTIER DE FORAGES
 (Plan indicatif de la situation des bourbiers et forages)
 Echelle : 1/200^e

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
 SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Service géologique régional CHAMPAGNE-ARDENNE

81 SGN 405 CHA Juin 1981

VILLE D'EPERNAY
 LIEUDIT : "CHETRAN"
 PLAN TOPOGRAPHIQUE ÉCHELLE 1/200^e

Important : les limites cadastrales sont indiquées d'une manière très approximative. Aucune délimitation contradictoire n'a été effectuée et ce, en accord avec les Services Techniques de la VILLE D'EPERNAY.

AVRIL 1981.-
 Gilbert BINNER
 INGÉNIEUR-GÉOMÈTRE
 Épernay (Marne)