

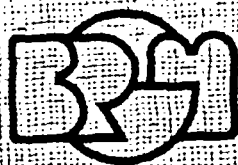
Agence Française pour
la Maîtrise de l'Énergie

Conseil Régional
de Midi-Pyrénées

Ministère de l'Industrie
et de la Recherche

**RECHERCHE EN RÉGION MIDI-PYRÉNÉES
DE SITES FAVORABLES
A LA RÉALISATION D'OPÉRATIONS GÉOTHERMIQUES**

**2ème Phase : Zones de bordure du Bassin Aquitain
(Massif Central et Pyrénées)**



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Service géologique régional
MIDI-PYRÉNÉES

Département géothermie

Rapport du B.R.G.M.

83 SGN 649 MPY

R E S U M E

● Jusqu'en 1981, seul le Bassin Aquitain où se trouve une superposition de couches sédimentaires a fait l'objet d'études détaillées de synthèses et d'inventaire géothermique.

● Afin de compléter ces études sur les bordures du Bassin Aquitain (Massif Central et Pyrénées) intéressant la région Midi-Pyrénées, l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, l'Etablissement Public Régional de Midi-Pyrénées et le Ministère de la Recherche et de l'Industrie ont conjointement chargé le Bureau de Recherches Géologiques et Minières d'apprécier sur ces nouvelles zones le potentiel géothermique et les conditions d'un recours pour satisfaire des besoins agricoles, urbains et industriels.

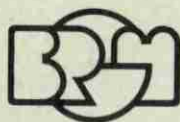
● En tenant compte du contexte géographique, il a été sélectionné neuf grosses communes (St-Gaudens, Montréjeau, Lannemezan, Lourdes, Foix, St-Girons, Rodez, Millau et St-Affrique) où des besoins pourraient a priori être satisfaits par la géothermie. L'étude de la ressource et le recensement des besoins de ces neuf agglomérations font l'objet de la première partie du rapport.

● L'adéquation des possibilités de ressources géothermiques aux besoins énergétiques a paru bonne pour les agglomérations de St-Gaudens, Rodez et Millau. Pour chacun de ces trois sites une étude de préfaisabilité d'opération géothermique a été réalisée et l'ensemble constitue la deuxième partie du présent rapport.

RECHERCHE EN RÉGION MIDI-PYRÉNÉES DE SITES FAVORABLES A LA RÉALISATION D'OPÉRATIONS GÉOTHERMIQUES

2^e phase : Zones de bordure du Bassin Aquitain
(Massif Central et Pyrénées)

NOTE DE SYNTHÈSE



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

Service Géologique Régional
MIDI PYRÉNÉES

Département Géothermie



B E F S Engineering S.A.
Bureau d'étude des fluides
et des structures

B E F S
Agence Midi Pyrénées

Rapport du B.R.G.M.

83 SGN 649 MPY

RECHERCHE EN RÉGION MIDI-PYRÉNÉES DE SITES FAVORABLES A LA RÉALISATION D'OPÉRATIONS GÉOTHERMIQUES

2^e phase : Zones de bordure du Bassin Aquitain
(Massif Central et Pyrénées)

NOTE DE SYNTHÈSE



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

Service Géologique Régional
MIDI PYRÉNÉES

Département Géothermie



B E F S Engineering S.A.
Bureau d'étude des fluides
et des structures

B E F S
Agence Midi Pyrénées

Rapport du B.R.G.M.

83 SGN 649 MPY

INTRODUCTION

Cette note de synthèse réalisée dans le cadre de l'étude de l'inventaire des ressources géothermiques de la bordure de la région Midi-Pyrénées est composée de deux parties :

- Une première partie qui traite de généralités sur la géothermie, et dont le but est d'informer le lecteur des caractéristiques propres à cette forme d'énergie, des techniques d'utilisation qui s'y rattachent ainsi que de la méthodologie de montage et de réalisation des projets.

- Une seconde partie qui, récapitule les données relatives aux différentes ressources géothermales mises en évidence dans l'étude générale, ainsi que les résultats des études de sites.

PREMIERE PARTIE

GENERALITES SUR LA GEOTHERMIE

I - GEOTHERMIE : LES PRINCIPAUX TYPES ET LEURS APPLICATIONS

I.1. DEFINITION DE LA GEOTHERMIE

La Terre n'est pas seulement capable de produire de l'énergie de manière passive, c'est-à-dire de restituer les matériaux énergétiques fossiles -charbon, pétrole, gaz naturel- accumulés à partir de la biosphère au cours de quelques 100 millions d'années de l'histoire géologique ; elle produit en permanence de l'énergie de manière active.

Cette énergie se dissipe de façon régulière vers le surface de la terre sous forme d'un flux de chaleur, qui se manifeste par une augmentation de la température avec la profondeur : c'est le gradient géothermique.

Dans les zones stables de la lithosphère (grands bassins sédimentaires) ce gradient géothermique est relativement modeste (de l'ordre de 20°C à 50°C par kilomètre) et permet l'extraction d'énergie à basse température (de 30 à 80°C) et à moyenne température (de 80° C à 150°C) par forages à moyenne profondeur (1000 à 3000 m).

Dans les zones actives de la lithosphère (rifts océaniques ou continentaux, arcs insulaires), ce gradient géothermique est élevé et permet d'atteindre des températures de 150 à 300°C à des profondeurs de 500 à 2000 m.

L'industrie géothermique a pour but d'exploiter cette chaleur emmagasinée dans le sous-sol. Pour ce faire, dans l'état actuel de nos connaissances, il est nécessaire, d'une part, que les roches soient poreuses ou fissurées, et, d'autre part, de disposer d'un fluide caloporteur circulant dans la formation. Ces formations géologiques contenant des eaux ou de la vapeur portées à la température de la roche encaissante sont appelées "aquifères" ou "réservoirs". Ce sont ces fluides qui sont exploités dans les installations géothermiques.

I.2. LA GEOTHERMIE HAUTE ENERGIE (voir fig. 1 et 2)

Elle est caractérisée par des températures du fluide caloporteur comprises entre 150°C et 300°C. La vapeur produite est envoyée, soit directement si elle est sèche, soit après séparation si elle est humide, dans des turbines pour la production d'électricité.

En France, ce type d'énergie concerne les départements d'Outre Mer (Réunion, Guadeloupe, Martinique) et le Massif Central.

1.3 LA GEOTHERMIE MOYENNE ENERGIE (voir fig. 3)

Elle est caractérisée par des températures du fluide caloporteur comprises entre 80°C et 150°C. Ce fluide n'est pas à une température suffisante pour permettre la conversion directe de la vapeur en électricité, et nécessite le recours à un fluide binaire volatil (fréon, ammoniac ou isobutane).

Un prototype de démonstration est en fonctionnement à Chaudes Aigues, dans le Massif Central.

1.4 LA GEOTHERMIE BASSE ENERGIE (voir Fig. 4-5)

Elle est caractérisée par des températures du fluide caloporteurs comprises entre 25°C et 80°C. L'eau chaude est alors utilisée pour le chauffage de logements, d'installations industrielles ou agricoles et dans certains process. industriels.

C'est cette forme de géothermie qui est la plus développée en France, notamment dans les grands bassins sédimentaires (Bassin Parisien, Bassin Aquitain).

Les technologies d'utilisation de cette forme d'énergie doivent s'attacher à un épuisement le meilleur possible des calories apportées par l'eau géothermale. Le corollaire de ce principe est un abaissement le plus important possible de la température de l'eau géothermale qui est obtenu par :

- l'utilisation en cascades : planchers chauffants à l'aval des radiateurs, piscine à l'aval des planchers, etc....
- L'utilisation éventuellement de pompes à chaleur.

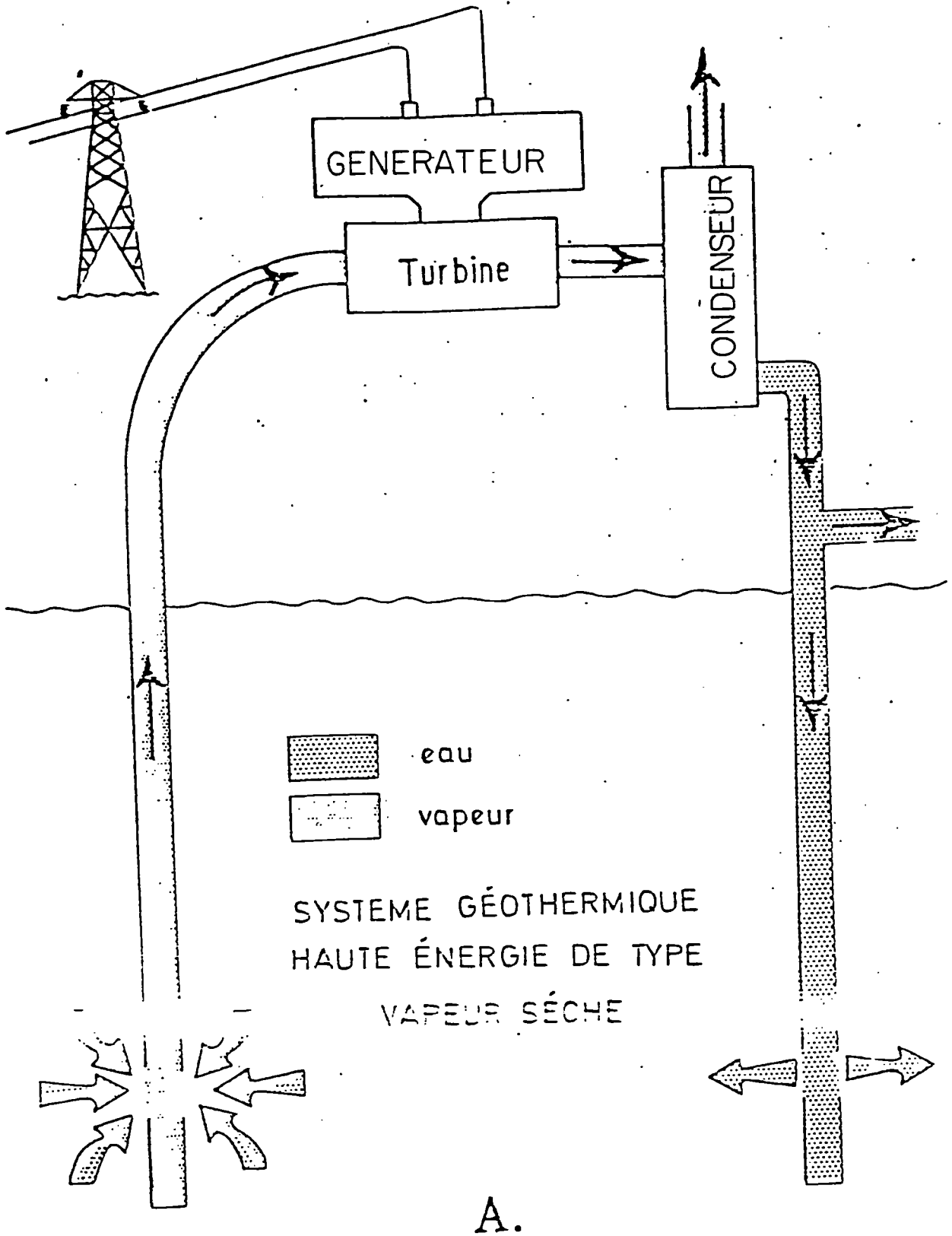


Figure: 1

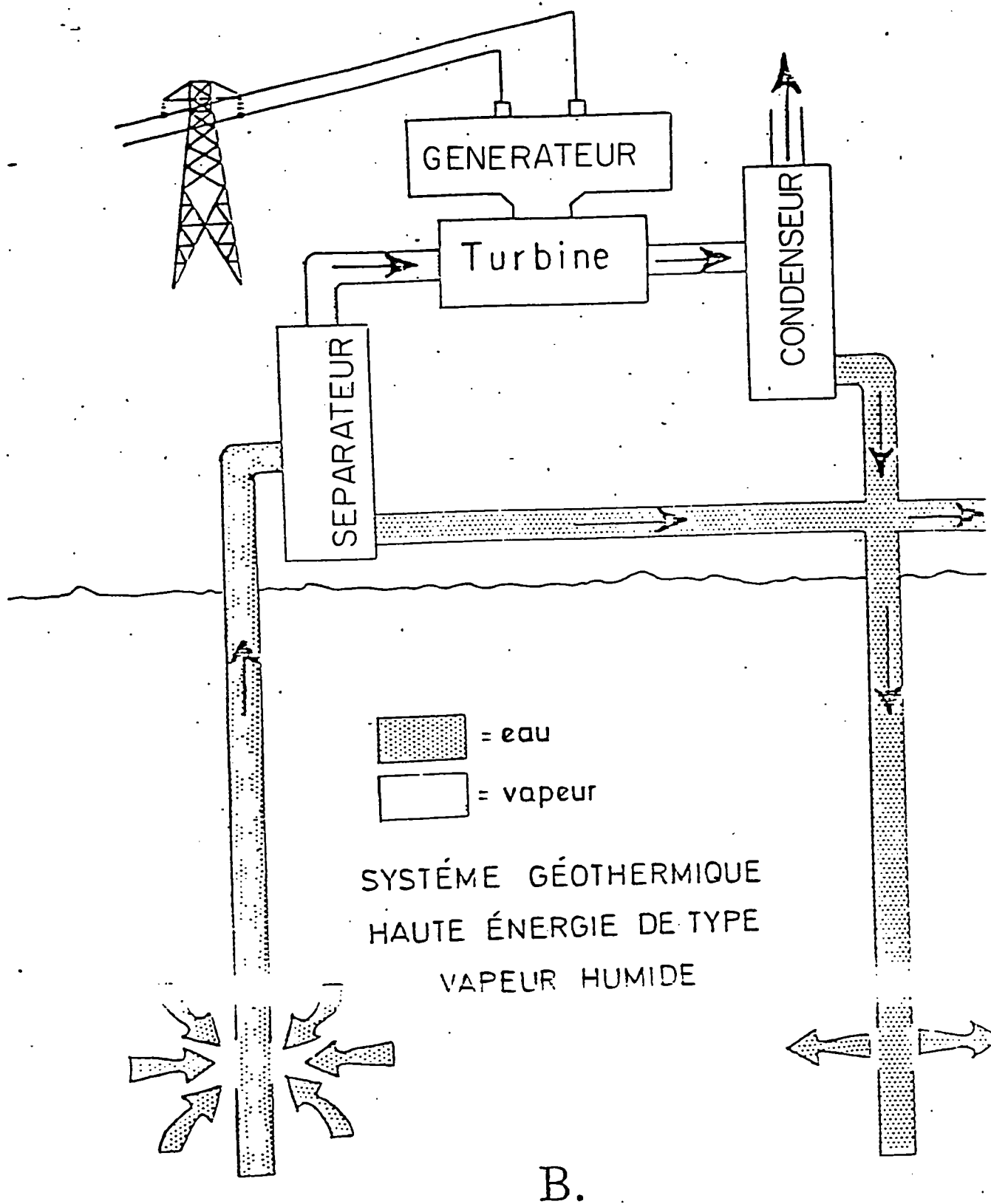


Figure 2

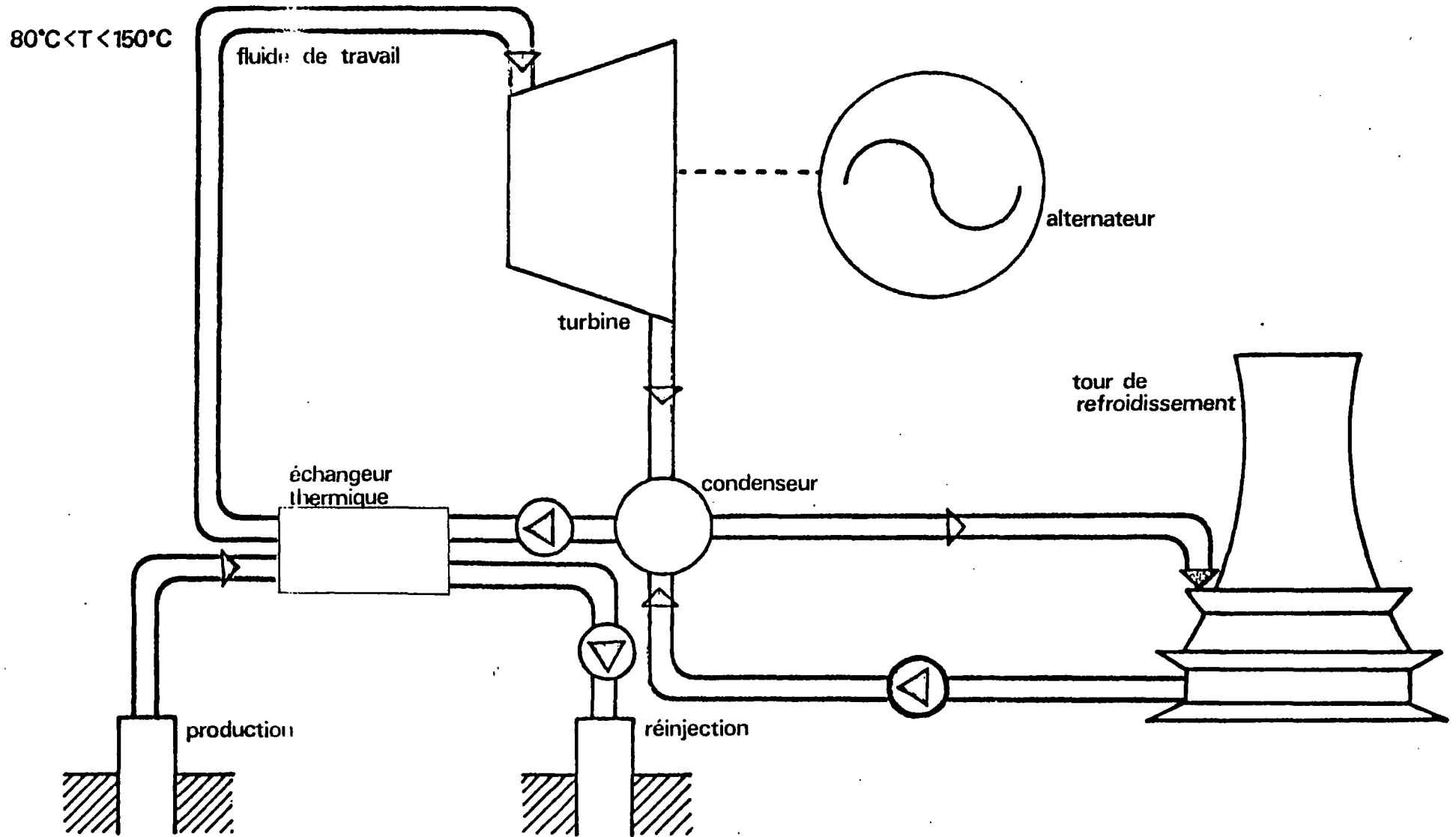


Fig. 3 Production d'électricité avec centrale à fluide binaire

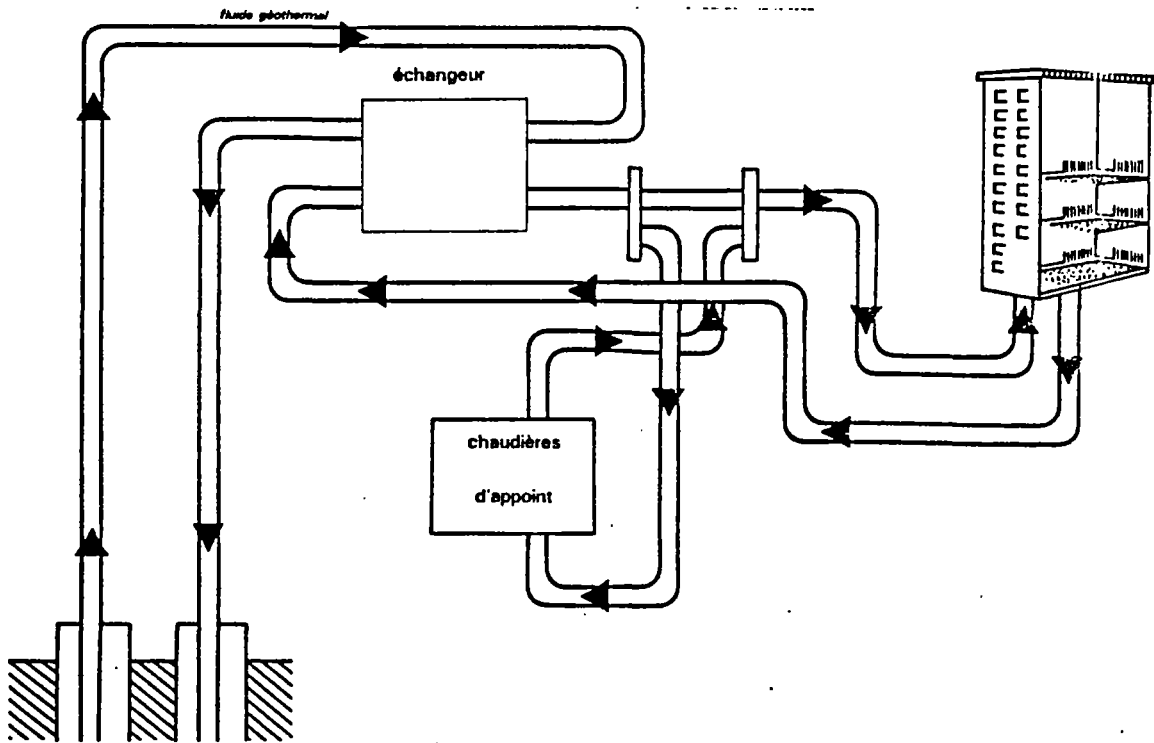


Fig. 4 utilisation pour le chauffage urbain ($T > 60^{\circ}\text{C}$)

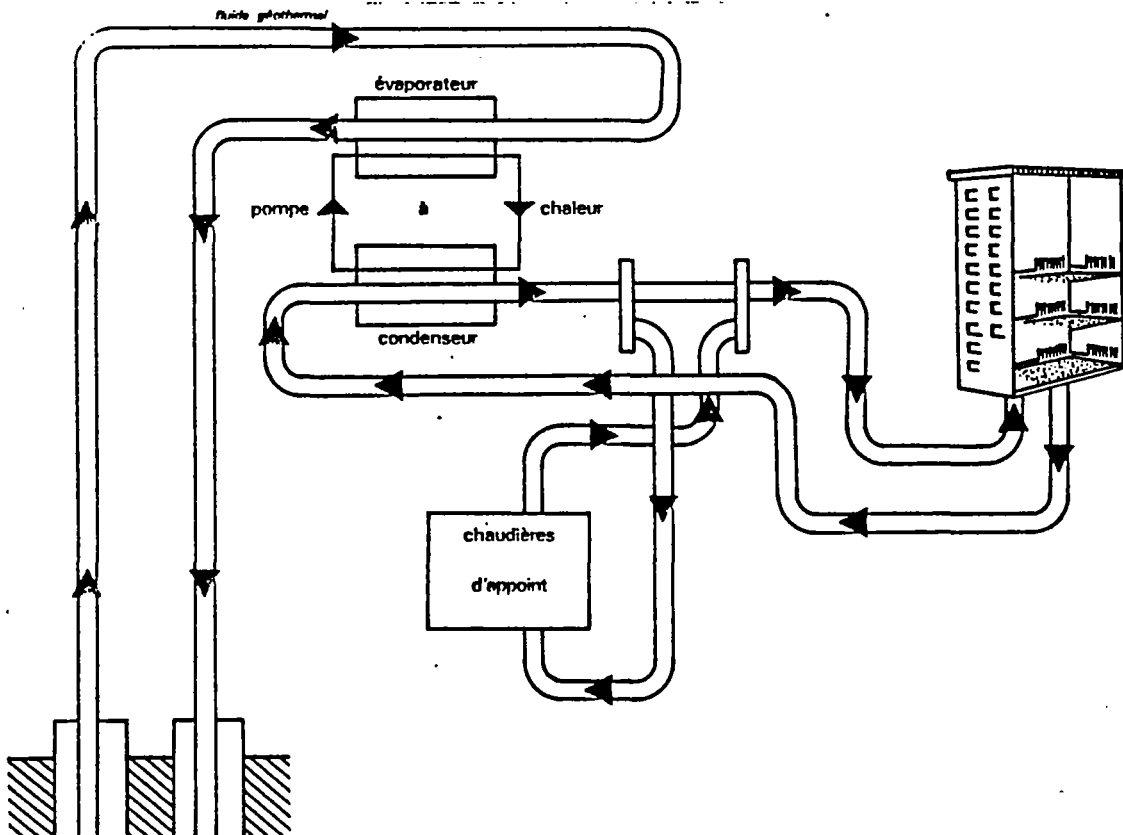


fig. 5 utilisation pour le chauffage urbain avec pompe à chaleur
($T \leq 60^{\circ}\text{C}$)

II GEOTHERMIE : CARACTERISTIQUES ET MODE D'EXPLOITATION DES RESERVOIRS

II.1 PRINCIPAUX PARAMETRES

Les principaux paramètres caractérisant un réservoir géothermique sont la température, les caractéristiques hydrodynamiques du réservoir et les caractéristiques du fluide.

II .1.1 La température

Elle est définie par le gradient géothermique (3,3°C par 100 m en moyenne en France) et augmente avec la profondeur.

II .1.2 Les caractéristiques hydrodynamiques

II 1.2.1 La pression du fluide

Elle permet, entre autres, de savoir si une nappe est artésienne.

II 1.2.2 La perméabilité

Elle traduit la plus ou moins grande facilité pour le fluide de circuler dans le réservoir.

II 1.2.3 La hauteur utile

C'est la hauteur cumulée des zones poreuses de l'aquifère. Un aquifère est en effet composé en général d'une alternance de roches poreuses et de roches compactes.

../..

II 1.2.4 La hauteur productrice

C'est la hauteur cumulée des zones poreuses effectivement productrices.

II 1.2.5 La transmissivité

C'est le produit de la perméabilité par la hauteur productrice. C'est un paramètre fondamental dont dépend le débit possible du forage.

II 1.3 Les caractéristiques du fluide géothermal

Il s'agit essentiellement de la température, de la salinité et de la viscosité. Ces paramètres sont liés : la viscosité de l'eau est d'autant plus importante que la température du fluide est faible et que sa salinité est élevée.

II 2 LE REGIME LEGAL DE LA GEOTHERMIE

La ressource géothermale est concessible, et les gisements géothermiques sont assimilés à des mines (loi n°77 620 du 16 juin 1977). On distingue les gites à haute température, strictement soumis au régime des mines, des gites à basse température (température inférieure ou égale à 150°C), ces derniers étant soumis à un régime spécial réglementé par le décret n°78 498 du 28 mars 1978. Ce décret prévoit notamment :

- qu'un forage ne peut être réalisé qu'après l'octroi par l'autorité préfectorale et après enquête publique d'une autorisation de recherche, permis exclusif pour une durée ne pouvant excéder 3 ans et dans une limite définie par un périmètre de recherche ;

- qu'un gite ne peut être exploité qu'après l'octroi par l'autorité préfectorale d'un permis d'exploitation. Ce permis donne un droit exclusif d'exploitation dans un volume déterminé, dit "volume d'exploitation" défini par un périmètre de protection à l'intérieur duquel sont soit interdits soit réglementés tout travaux souterrains susceptibles de porter préjudice à l'exploitation.

II 3. LES MODES D'EXPLOITATION D'UN RESERVOIR GEOTHERMIQUE

L'exploitation d'une ressource géothermale se fait par forages tubés. Si la pression du gisement est insuffisante pour que le forage soit artésien avec un débit compatible avec les besoins de surface, la production est établie grâce à une pompe dite "immergée" descendue dans une chambre de pompage aménagée à la partie supérieure du forage.

II 3.1 Exploitation par puits unique (fig. 6)

Les réservoirs d'eau douce peuvent être exploités en puits unique : après refroidissement, l'eau peut en effet être rejetée dans le milieu naturel sans inconvénients. Cependant, une exploitation intense de la ressource selon ce principe nécessite une importante réalimentation de la nappe, faute de quoi le risque est grand de constater une baisse de la pression et une diminution sensible du potentiel de production du forage.

II 3.2 Exploitation par doublet (fig. 7)

Les réservoirs d'eau salée obligent à réinjecter l'eau prélevée dans la formation une fois refroidie par passage dans un échangeur de chaleur. On est alors en présence d'un système puits de production/puits de réinjection, communément appelé "doublet".

L'eau réinjectée crée autour du puits de réinjection une bulle froide, caractérisée par un front froid qui s'étend au fur et à mesure de l'exploitation de la ressource. La distance entre le puits de production et le puits de réinjection doit donc être déterminée de manière à ce que ce front froid ne puisse atteindre le puits de production qu'après un temps suffisamment long pour permettre l'amortissement des installations (de 20 à 30 ans). Des modèles mathématiques permettent de déterminer cette distance. Ils montrent par ailleurs, que, passé ce terme, la chute de température observée au puits de production est généralement très lente et ne met pas pour autant en péril les possibilités d'exploitation du doublet.

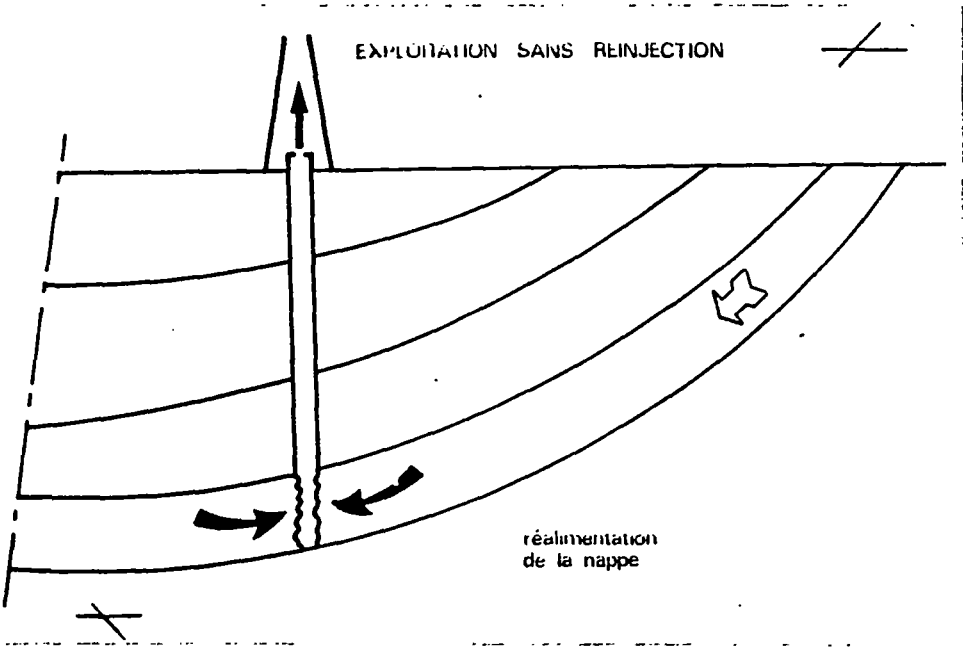


fig. 6

- DOUBLET GEOTHERMIQUE -
SCHEMAS POSSIBLES

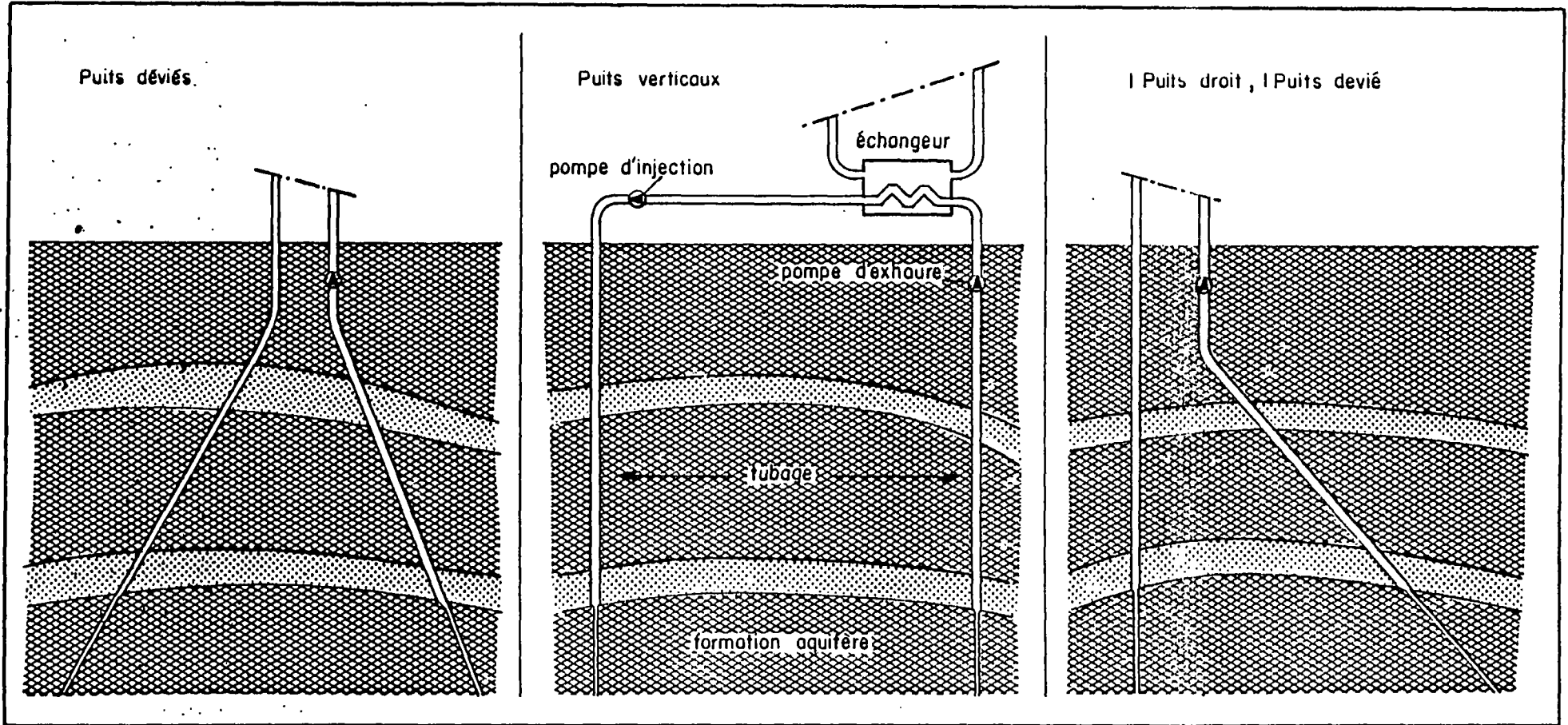


fig. 7

III GEOTHERMIE : TECHNIQUES D'UTILISATION

III 1. LE POTENTIEL EXPLOITABLE DE LA RESSOURCE

Ce potentiel est caractérisé par :

- la température de l'eau géothermale, paramètre pour lequel il y a lieu de distinguer :
 - . la température au niveau de la nappe (définie par le gradient)
 - . la température en tête de puits, qui tiend compte des déperditions thermiques le long de la colonne du puits de production et qui est fonction : de la coupe technique du forage
de la nature des terrains traversés
du débit d'exploitation
 - . le débit d'exploitation qui est fonction
des possibilités intrinsèques de la nappe
de la puissance de la pompe d'exhaure et surtout, de la pompe de réinjection dans le cas d'un doublet. En effet, il faut dans ce cas "pousser" le fluide dans la formation, ce qui engendre au niveau de la pompe de réinjection des pressions élevées.

III 2. LES BESOINS DES UTILISATEURS

III 2.1 Le chauffage des logements

III 2.1.1 Conception générale

A partir d'un ou plusieurs puits ou doublets, le fluide géothermal alimente des échangeurs thermiques situés dans une chaufferie centrale desservant un réseau de distribution de chaleur. Les techniques à l'aval de cet échangeur sont identiques à celles utilisées traditionnellement avec néanmoins la contrainte d'une utilisation à température aussi basse que possible afin d'exploiter au maximum les calories du fluide géothermal. C'est en effet l'écart de température entre la ressource géothermale et les retours en chaufferie des installations de chauffage qu'il convient de rendre maximal ;

le premier facteur étant défini et fixé, on en déduit la "règle d'or" de l'utilisation de la géothermie, à savoir abaisser le plus possible la température de retour des systèmes de chauffage. A cet égard, le cas des habitations neuves se distingue de celui des logements anciens puisque des techniques adaptées peuvent y être mises en oeuvre.

III 2.1.2 Cas des habitations neuves (fig. 8)

Ce cas favorable permet de choisir des émetteurs de chaleur adaptés au niveau de température prévu ou prouvé de la ressource. Le choix du système sera orienté vers des solutions du type ventilo-convecteurs, éjecto-convecteurs, chauffage à dalle pleine, planchers chauffants, radiateurs surdimensionnés ou une combinaison de plusieurs systèmes. Un système adapté étant retenu pour les logements et locaux, il convient bien sûr que le réseau primaire de distribution soit également à basse température..

III 2.1.3 Cas des habitations existantes (fig. 9)

Il est rarement possible d'y modifier les systèmes existants qui peuvent être à une température de fonctionnement élevée (radiateurs 90/70) et incompatible avec une utilisation de la géothermie dans les périodes les plus froides de l'année. Au cas par cas, il convient d'étudier les solutions adaptées à ces contraintes. Dans le même ordre d'idée, on peut retenir la difficulté de fournir de l'énergie géothermique à un réseau de chauffage urbain à hautes pressions et température ; dans ce cas, fréquent pour les réalisations françaises de ces dernières années, un réseau spécifique géothermique doit être créé desservant les sous-stations elles-mêmes.

III 2.1.4 Détermination de la couverture des besoins par la géothermie (fig.10)

Les caractéristiques des installations étant données (puissances utiles, consommations...), il convient de déterminer à partir d'une courbe de fréquence cumulée des températures extérieures du lieu considéré, quelle part des besoins peut être couverte par la source géothermale.

../..

La puissance maximale d'une chaufferie principale étant calculée pour les conditions climatiques extrêmes, il est intéressant du point de vue technique comme économique de réserver à la géothermie une fourniture en base, complétée par un appoint classique. La géothermie assure généralement de 30 à 40 % de la puissance maximale (et 60 à 70 % pour l'appoint) qui permet une couverture des besoins annuels de 60 à 80 % (20 à 40 % pour l'appoint).

La couverture des besoins est déterminée à la suite d'une étude thermique détaillée qui doit optimiser les schémas en fonction des caractéristiques de la ressource (température, débit), du nombre des logements à raccorder, de leurs caractéristiques techniques, des données économiques existantes.

III 2.1.5 Fourniture d'eau chaude sanitaire (E.C.S.)

Les besoins annuels d'un logement moyen sont de l'ordre de 50 m³/an ce qui correspond à une fourniture d'énergie annuelle de 0,3 à 0,4 tep, soit 20 à 30 % des besoins en chauffage. Le niveau de température nécessaire, la répartition sur l'année de la consommation les possibilités de stockage journalier... sont des facteurs très favorables à une fourniture par géothermie de ces besoins.

III 2.1.6 Utilisation des pompes à chaleur

Lorsque le niveau de température de la ressource géothermale apparaît comme limité par rapport au niveau des utilisations, il est possible de brancher une ou plusieurs pompes à chaleur eau/eau sur le réseau de distribution. Plusieurs techniques sont possibles y compris en ce qui concerne l'énergie utilisée pour alimenter le compresseur (électricité, gaz, diesel). L'évaporateur peut être alimenté soit par le fluide géothermal (fig.2), soit, ce qui est plus fréquent, par l'eau de retour des systèmes de chauffage (voir exemple de Creil ci-après).

III 2.2 Le chauffage des équipements publics et des locaux industriels

III 2.2.1 Chauffage des locaux publics et industriels

Le chauffage de bâtiments autres que les logements, tels que les locaux publics, postes, bureaux, lycées, gymnases, musées ou les bâtiments industriels, halls, ateliers.... a pour caractéristique essentielle une intermittence des besoins, ces locaux étant généralement inoccupés la nuit

et le Week-End. Cela impose à priori la fourniture du chauffage par des systèmes à faible inertie thermique.

De plus, les normes d'aération et de ventilation de ces types de bâtiments peuvent conduire à un recyclage important d'air dû à leur densité d'occupation ou à l'évacuation de fumées, gaz de combustion.....

Enfin, les niveaux de température recommandés peuvent être très différents de ceux des logements (21°C pour les bains-douches, 15°C pour les gymnases.....).

L'ensemble de ces caractéristiques intervient dans les études d'optimisation d'un projet.

III 2.2.2 Chauffage des piscines

Le chauffage des piscines ouvre des perspectives de développement extrêmement intéressantes à la géothermie basse énergie dans la mesure où il nécessite des niveaux de température assez bas pour des débits importants.

Il convient toutefois de distinguer le cas des piscines découvertes, ne fonctionnant que six mois par an et où seul le chauffage de l'eau des bassins, de l'eau chaude sanitaire et des locaux administratifs, est nécessaire, de celui des piscines couvertes fonctionnant toute l'année et nécessitant un chauffage du hall des bassins et donc un niveau de température plus important.

Cette forme d'utilisation est très compatible avec l'exploitation de ressources peu profondes et à faible température qui, le plus souvent, ont des qualités chimiques permettant leur utilisation directe. Les investissements réduits dans le cas d'un puits unique peuvent être amortis par les seules économies au niveau d'une piscine de dimension olympique, par exemple. Dans le cas d'une alimentation des piscines à partir d'un réseau urbain, celles-ci peuvent le plus souvent, utiliser en cascade les retours de systèmes de chauffage et épuiser au mieux les calories.

III 2.3 La géothermie dans l'agriculture et l'industrie

III 2.3.1 Le chauffage des serres

Sur le plan thermique, le comportement des serres se caractérise par une concentration des besoins la nuit, du fait de leur absence de pouvoir d'accumulation. Il en résulte des appels de puissance qui dépassent très rapidement les possibilités de la géothermie alors que, parallèlement, le potentiel géothermique n'est pas utilisé pendant plusieurs heures par jour. C'est pourquoi on a recours, le plus souvent, au stockage qui permet d'accumuler les calories non utilisées à certaines heures pour les restituer aux heures de pointe. Par ailleurs, de façon analogue au chauffage des logements, on a recours à une mise en cascade des équipements travaillant à des températures différentes (tubes aériens, tubes enterrés, paillages radiants, ...) De manière à abaisser le plus possible la température de retour. En fonction des niveaux de température utilisés, on pourra procéder également à la mise en place de pompes à chaleur.

III 2.3.2 La géothermie et l'industrie (dans les process, séchage en particulier)

La géothermie est encore assez peu connue du milieu industriel bien que, paradoxalement, son application dans les process adaptés présente un double atout par rapport au chauffage des logements :

- une durée d'utilisation élevée pour les établissements forts consommateurs d'énergie ;
- une régularité des besoins au cours de l'année.

On peut distinguer :

- un marché à court terme qui concerne les unités de production existantes dont les caractéristiques de fonctionnement permettraient d'envisager un raccordement à la géothermie dans des conditions technico-économiques acceptables. Parmi elles, on peut citer les Malteries, les brasseries, les conserveries, le textile et le séchage des produits agricoles.

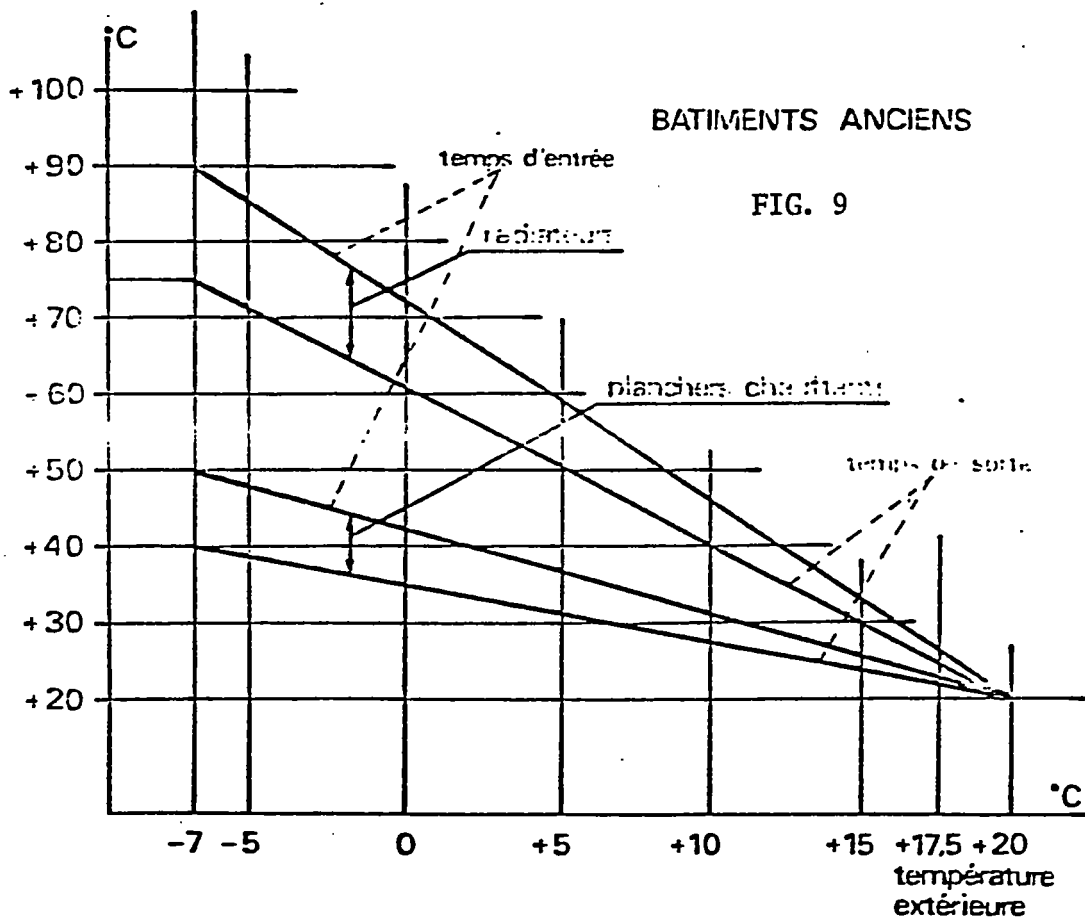
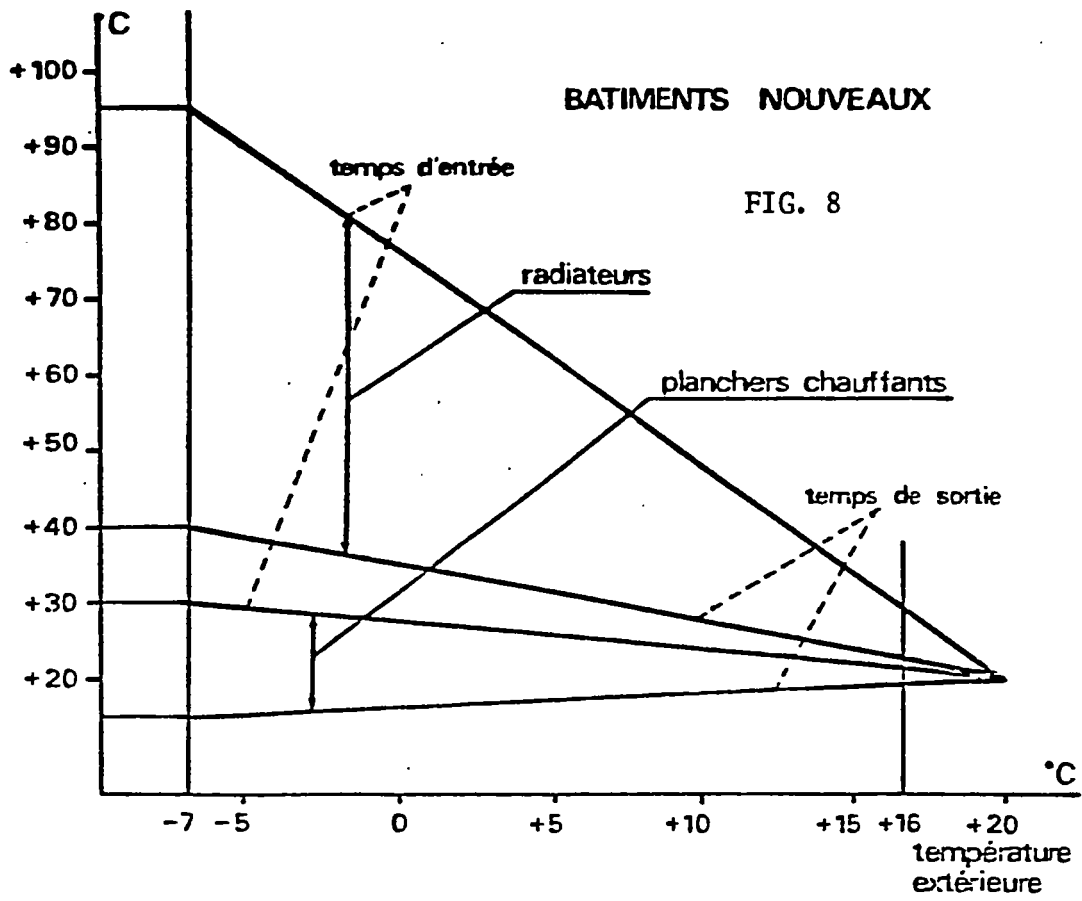
- un marché à long terme qui devrait intéresser la conception et le développement du futur parc industriel, du fait notamment de l'augmentation du coût de l'énergie et de son impact sur les coûts de production.

../..

III 2.4 Conclusion

Le chauffage des logements, locaux ou équipements publics et la fourniture d'eau chaude sanitaire demeurent les domaines d'application privilégiés de la géothermie basse énergie. Le volume des besoins, l'existence de réseaux de chauffage urbain et la volonté d'en augmenter le nombre, le développement des techniques directes ou indirectes (pompes à chaleur) pour l'utilisation des ressources à bas niveau de température et, enfin, une assez bonne corrélation des ressources françaises et des zones d'activité économique permettent de fixer des objectifs ambitieux au développement de ce type d'énergie pour l'habitat.

Parallèlement la géothermie offre à l'agriculture et à l'industrie une possibilité intéressante de pallier les problèmes posés par la dérive des coûts de l'énergie.



IV GEOTHERMIE : METHODOLOGIE DE REALISATION D'UN PROJET

IV 1 PRINCIPALES PHASES D'UN PROJETIV 1.1 Etude de pré faisabilité

Son objectif est de situer le niveau d'intérêt du projet, de préciser dans les grandes lignes les conditions techniques nécessaires à sa bonne réalisation (importance des utilisateurs à raccorder, objectif à capter, etc...) et de mettre en évidence les points importants à éclaircir (mise en place d'une maîtrise d'ouvrage, niveaux de température utilisés, possibilités d'implantation de sites de forage à proximité, etc....).

IV 1.2 Etude de faisabilité

Son objectif est de permettre au maître d'ouvrage de décider ou non de la réalisation de son projet et de définir la solution technico-économique optimale. Elle comprend :

- une étude géologique détaillée du site (coupe prévisionnelle des réservoirs, caractéristiques débits-températures.)
- une étude simplifiée des forages qui précise la conception générale de l'ouvrage, la coupe technique prévisionnelle et le coût estimatif.:
- un inventaire détaillé des besoins de surface (type de besoins, répartition dans le temps, niveaux de température) et le calcul de la couverture de ces besoins par la géothermie en fonction du couple débit-température de l'eau géothermale.
- une étude économique rappelant l'ensemble des investissements à consacrer au projet, les frais d'exploitation propres à la géothermie et évaluant l'intérêt économique du projet.
- une proposition de planning de réalisation des travaux. Le coût d'une telle étude peut être estimé entre 200 000 et 300 000 F.

Elle peut être subventionnée en partie par l'Agence Française pour la maîtrise de l'Energie, l'EPR et le Département.

IV.1.3 Présentation du dossier à l'Agence Française pour la Maitrise de l'Énergie

L'A.F.M.E., attribuée à un maître d'ouvrage sur présentation d'une étude de faisabilité démontrant l'intérêt économique de l'utilisation de la géothermie sur un projet concret, une subvention égale à 20 % du coût de l'opération. En outre, la couverture du risque est assurée à hauteur de 90 % sur le premier forage, ce qui se traduit par une garantie complémentaire de 70 % en cas d'échec.

Il convient de préciser que c'est le maître d'ouvrage qui définit ses critères de succès. Néanmoins, il va de soi que le couple moyen débit-température servant de base à l'étude doit se situer au-dessus du seuil de succès. Par ailleurs, le montant de la subvention n'étant pas révisable, il est indispensable de chiffrer avec précision l'ensemble des travaux à réaliser avant la fin du premier forage et d'élaborer un planning de réalisation qui soit le plus réaliste possible.

IV 1.4 Réalisation et exploitation

Constitution des équipes - étude détaillée du projet

Le maître d'ouvrage choisit les maîtres d'oeuvre de la partie sous-sol et de la partie surface (ce sont généralement les bureaux d'étude ayant participé à l'étude de faisabilité) et, éventuellement, un maître d'ouvrage délégué.

Durant cette phase, seront successivement réalisés : l'avant-projet détaillé des ouvrages en sous-sol, les appels d'offre pour la plateforme, le forage, la boue, les outils, les cimentations, le choix des entreprises et la réalisation de la plateforme.

Réalisation du premier forage

Même si les deux forages sont réalisés l'un à la suite de l'autre, il convient de les séparer sur le planning : en effet, les caractéristiques de la ressource géothermale (débit, température) ne peuvent être connues avec précision qu'une fois réalisé le premier forage. Ce n'est donc qu'à ce stade que le réseau et les installations de surface pourront être définis de façon précise.

Réalisation du 2eme forageRéalisation du réseau de surface et de la partie utilisationExploitationIV 2 PLANNING DE REALISATION CONTRAINTESIV 2.1 Planning de réalisation

En fonction de ce qui a été vu précédemment, le planning de réalisation depuis le lancement, dépend du délai correspondant aux point suivants :

etude de faisabilité	3 à 5 mois
dossier à l'A.F.M.E.	3 mois de délai
Demande d'autorisation de recherche	6 mois
constitution de l'APD et dossiers d'appels d'offres	2 à 3 mois
lancement des appels d'offres - choix des entreprises	3 mois minimum
délai de commande des tubages et des têtes de puits	5 mois minimum
construction de la plateforme	1 mois

IV 2.2 Contraintes

Les contraintes principales découlent des délais mentionnés précédemment :

- délai d'instruction du dossier à l'Agence Française pour la Maitrise de l'Energie (3 mois environ) ;
- nécessité de commander les tubes et la tête de puits au minimum 5 mois avant la date supposée du début des travaux ;
- nécessité de faire la demande d'autorisation de recherches au moins 6 mois avant le début des travaux ;
- nécessité de commencer la plateforme 2 mois avant le début du forage ;

V GEOTHERMIE : MONTAGE JURIDIQUE ET FINANCIER GENERALITES

V I MONTAGE JURIDIQUE

Une opération géothermique requiert deux types d'intervention :

- l'exploitation de forages pour la fourniture d'eau chaude à des organismes utilisant cette eau à des fins de chauffage :
- la production et, éventuellement, la distribution de chaleur aux usagers.

Cela amène à la mise en place de structures juridiques privées ou publiques :

Structures juridiques privées :

Elles entrent dans le cadre normal des activités commerciales courantes. Elles peuvent assurer le financement de l'ensemble des travaux (forage (s), et surface) et récupérer leur mise par la vente d'eau géothermale.

Structures juridiques publiques :

Elles concernent les collectivités locales et permettent d'une part de disposer de financements privilégiés, d'autre part de négocier des contrats d'exploitation d'une meilleure façon. On peut citer à titre d'exemple :

- . Le groupement de maître d'ouvrage agissant en tant que maître d'ouvrage (formule pouvant convenir à un ensemble d'organismes H.L.M.).

- . Le syndicat mixte : il concerne les collectivités locales et les établissements publics. Il peut regrouper une commune, un hôpital, un OPHLM, mais pas une SA D'HLM ;

- . La société d'économie mixte : qui peut regrouper une très grande variété de partenaires

V 2 MONTAGE FINANCIER

Une opération de géothermie se caractérise par un investissement initial important et des coûts d'exploitation faibles. Le principe de la rentabilité d'une telle opération est fondé sur un remboursement des emprunts

contractés pour couvrir cet investissement grâce aux économies d'exploitation dégagées par rapport à un chauffage utilisant les combustibles habituels, considérés comme référence.

Ce principe met en évidence l'importance qu'il convient d'attacher au montage financier, lequel devra être adapté au mieux aux caractéristiques de l'exploitation.

Le montage financier dépend en fait essentiellement de la nature du maître d'ouvrage. On peut citer toutefois les aides suivantes :

Subvention et garantie de l'A.F.M.E.

Sous réserve de la présentation d'une étude de faisabilité au comité Géothermie et de son acceptation, l'Etat accorde une aide sous forme d'une part d'une subvention égale à 20 % du coût de l'opération.

En cas d'échec, le taux de couverture du risque de l'A.F.M.E. est égal à 90 % du coût du 1er forage.

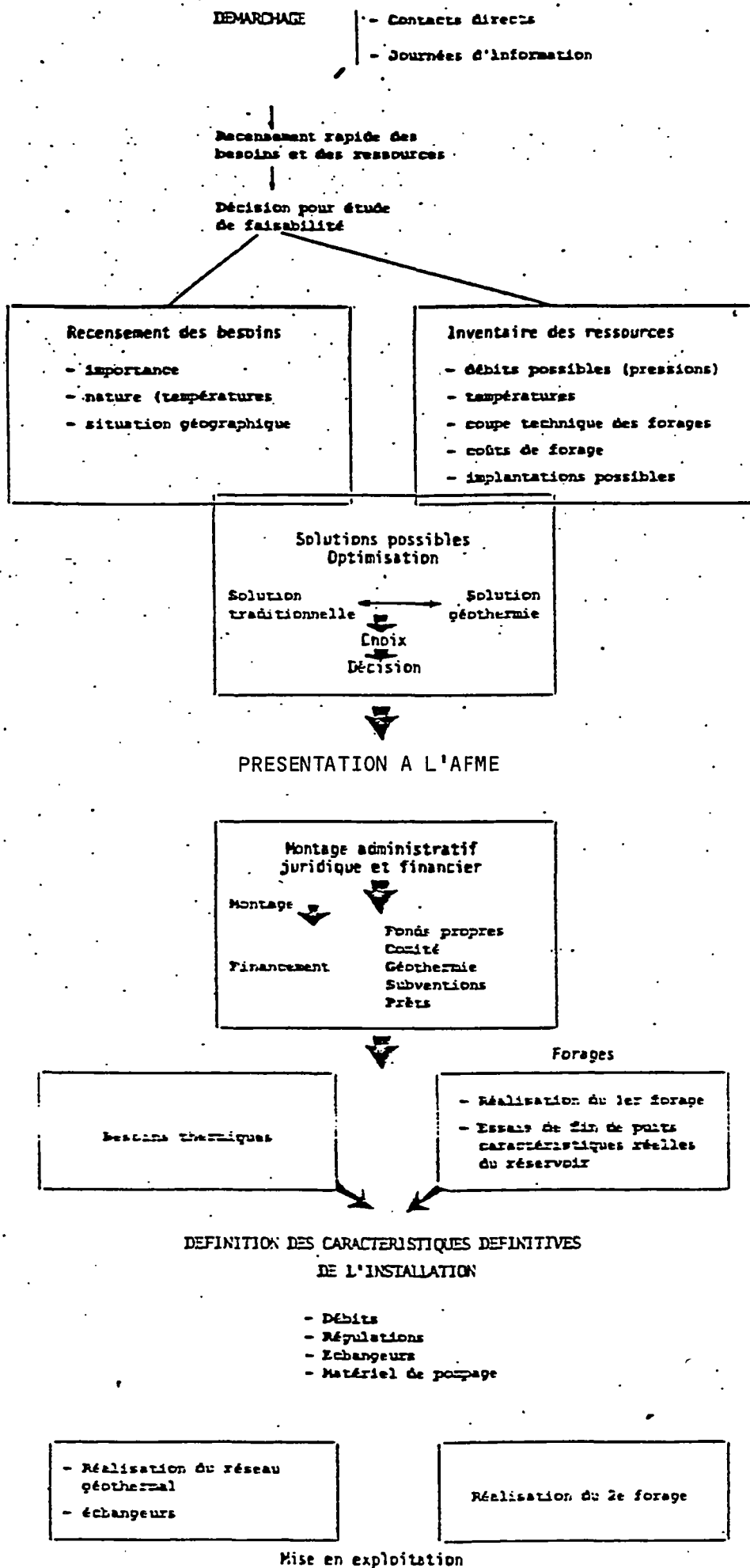
L'importance et les modalités de cette aide varient suivant les régions. Elle concerne généralement le complément de financement du premier forage sous la forme soit d'une subvention, soit d'un prêt à taux bonifié.

Prêts de la Caisse des Dépôts et Consignations :

. Financement du 1er forage par un prêt CDC avantageux, car assimilé à un investissement de recherche (fonds propres : 20 %, prêt 10,75 % sur 15 ans ; annuités constantes) ;

. Le reste (second forage et surface) peut être financé par des prêts CAECL (Caisse d'Aide à l'Équipement des Collectivités Locales) dont le taux est celui du marché.

Figure 11



PRÉÉTUDE SOMMAIRE

ÉTUDE DE FAISABILITÉ

COMITÉ GÉOTHERMIE
COMITE RESEAUX DE CHALEUR

MONTAGE JURIDIQUE ET FINANCIER

RÉALISATION

EXPLOITATION

DEUXIEME PARTIE

GEOOTHERMIE DANS LA ZONE DE BORDURE DU BASSIN AQUITAIN

(MASSIF CENTRAL ET PYRENEES)

I - ETUDE GENERALE

La zone de bordure de la région Midi-Pyrénées intéresse les 4 départements suivants :

- . La Haute Garonne
- . Les Hautes Pyrénées
- . L'Ariège
- . L'Aveyron.

L'inventaire général a porté sur les dix communes suivantes :

- . Haute Garonne : ST GAUDENS - POINTIS INARD - MONTREJEAU
- . Hautes Pyrénées : LANNEMEZAN - LOURDES
- . Ariège : FOIX - ST GIRONS
- . Aveyron : RODEZ - MILLAU - STE AFFRIQUE.

Pour chacun de ces sites, l'inventaire a tenu compte, outre des besoins relatifs au chauffage des logements, de l'existence le cas échéant d'équipements agricoles, agro-alimentaires, industriels et tertiaires.

L'analyse de l'adéquation ressources-besoins a permis de retenir les 3 sites suivants :

- . Millau
- . Rodez
- . St Gaudens/Pointis-Inard.

II - HYPOTHESES RETENUES

II.1. CARACTERISTIQUES DES EAUX GEOTHERMALES

	MILLAU		RODEZ	ST GAUDENS	POINTIS-INARD
Température en tête de puits	24°C	50° C	25° C	57° C	69° C
Salinité	5 g/l	5/6 g/l	2 g/l	> 60 g/l	4.8 g/l
Débit	100 m ³ /h	100m ³ /h à 200 m ³ /h	100 m ³ /h	100 m ³ /h	200 m ³ /h
Aquifère exploité	TRIAS	AUTUNO-STEPHANNIEN	AUTUNO-STEPHANNIEN	PRIMAIRE	DOGGER

II.2. COUTS ET EQUIVALENCES ENERGETIQUES

Les équivalences énergétiques des différentes sources sont rappelées ci-après :

- . 1 T.E.P. = 10 000 Thermies PCI
- 11 600 kWh PCI
- 12 920 kWh PCS GAZ
- 10 000 kWh utile sortie chaudière
- 1 160 m³ FOD
- 4 000 kW électrique
- 0.91 tonne butane-propane

Les coûts moyens valeur actuelle suivants ont été adoptés :

ELECTRICITE :	Tarif vert général y compris heures de pointe.....H.T.	450 F/MWh
	Tarif vert général avec incidence effacement heures de pointe.....H.T.	380 F/MWh
	Coût marginal été.....H.T.	115 F/MWh
	Basse tension.....H.T.	504 F/MWh
GAZ :	Tarif B2 chaufferie (50 jours pleine puissance.....H.T.	150 F/MWh PCS 165 F/MWh PCI
	Tarif chaufferie air proposé Millau H.T.	195,5 F/MWh PCS 218 F/MWh PCI
F O D :	257,8 F/hl.....	242 F/MWh PCI

II.3. FONCTIONNEMENT DES INSTALLATIONS RACCORDEES

- Rendement moyen des chaudières : 0,78 à 0.83 suivant puissance et type de combustible
- Température de base : - 5° C
- Température intérieure jour : 19° C
- Température intérieure nocturne : 15° C
- Horaires de ralenti
 - . logements/sanitaires : 20 à 6 h 7 jours / 7
 - . scolaire : 17 à 8 h 5 jours / 7
 - . tertiaire : 18 à 8 h 5 jours / 7
- Loi de régulation chauffage par radiateur
 - . aller 85° C Retour 65° C par - 5° C extérieur
 - . aller 20° C Retour 20° C par + 20° C extérieur
- Loi de régulation chauffage par le sol
 - . aller 55° C Retour 45° C par - 5° C extérieur
 - . aller 20° C Retour 20° C par + 20° C extérieur
- Température E.C.S. à la production : + 55° C.

II.4. EVOLUTION DU FONCTIONNEMENT DU POMPAGE

Le pompage dans les puits est supposé assuré par des pompes à débit variable en continu, avec un débit minimum de VINGT POUR CENT du débit nominal.

Le pompage dans le réseaux est supposé réalisé à débit variable en fonction des besoins.

III - ETUDE DE SITES

III.1. ST GAUDENS - POINTIS INARD

Les calculs mettent en évidence l'intérêt d'une opération géothermique basée sur la récupération du forage pétrolier de POINTIS-INARD en vue du raccordement d'une usine de séchage de bois à créer qui serait installée à proximité du forage, et d'une alimentation en parallèle de ST GAUDENS si le débit est suffisamment important.

Par contre, la réalisation d'un doublet de forages à ST GAUDENS ne présente pas d'intérêt (potentiel d'utilisateurs insuffisant, ressource inadaptée).

III.2. RODEZ

Les simulations ont été effectuées sur les ensembles suivants :

- . ZAC des 4 saisons à Onet Le Château
- . ZAC des Costes Rouges à Onet Le Château
- . Petit Nice - Les Gournans à Rodez.

Les calculs montrent l'intérêt que présenterait une opération PAC thermique décentralisée sur la ZAC des COSTES ROUGES, puisque le temps de retour serait inférieur à 9 ans et le taux de rentabilité voisin de 10 % pour une économie nette annuelle de 100 TEP.

III.3. MILLAU

Les simulations ont été effectuées sur les ensembles suivant :
géothermie basse température (exploitation du TRIAS) :

- . Malhouret
- . Centre ville
- . Stade Briançon et stade

géothermie haute température (exploitation de l'AUTUNO-STEPHANIEN) :

- . raccordement de l'ensemble des utilisateurs précédents, en y adjoignant la ZAC de CALLES.

Les calculs montrent l'intérêt d'une opération de géothermie exploitant l'Autuno-Stéphaniens. Cependant, l'investissement "réseaux" représente une part très importante (2/3 de l'investissement total) qu'il convient en réalité de répartir entre l'opération de géothermie et une opération charbon ou usine d'incinération qui seraient destinées à fournir l'appoint. Dans cette hypothèse, le délai de retour brut de l'opération de géothermie serait de l'ordre de 7 ans, compte tenu des subventions.

RECHERCHE EN RÉGION MIDI-PYRÉNÉES DE SITES FAVORABLES A LA RÉALISATION D'OPÉRATIONS GÉOTHERMIQUES

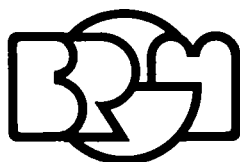
2ème Phase : Zones de bordure du Bassin Aquitain
(Massif Central et Pyrénées)

1ère Partie

Etude des ressources et évaluation des besoins

par

J.M. COLLIN et J. ROCHE



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Service géologique régional MIDI-PYRÉNÉES

Avenue Pierre-Georges Latécoère - 31400 Toulouse (France) - Tél.: (61) 52.12.14

Rapport du B.R.G.M.

83 SGN 649 MPY

Novembre 1983

P R E A M B U L E

● Dans une précédente étude*, il avait été recensé de façon exhaustive dans la partie de la région Midi-Pyrénées intéressant le Bassin Aquitain, les ressources géothermiques et les besoins énergétiques susceptibles d'être couverts par celles-ci. Les sites de Toulouse, Auch, Nogaro, Tarbes et Pamiers (étudié séparément)**avaient pu être sélectionnés et faire l'objet d'étude particulière plus détaillée de pré-faisabilité.

● L'étude précitée ne concernait pas les zones montagneuses de bordure (Massif central au Nord-Est et Pyrénées au Sud) où la géologie est beaucoup plus complexe : les formations datées du Secondaire au Tertiaire qui admettent comme dans le Bassin Aquitain des variations de nature, sont de plus, à la faveur de complications tectoniques (failles, chevauchements) associées à des formations appartenant au Primaire et au socle cristallin.

● La présente étude se propose de combler cette lacune sur les ressources et possibilités d'utilisation géothermique. Financée comme la précédente par l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, l'Etablissement Public Régional Midi-Pyrénées et le B.R.G.M. (subvention du Ministère de la Recherche et de l'Industrie), elle a été menée différemment pour tenir compte du contexte géographique particulier, les centres d'activité étant plus localisés en zone montagneuse.

Seules les agglomérations offrant soit quelque importance soit, et a priori, des potentialités géothermiques ont été sélectionnées pour faire l'objet d'une étude préliminaire. A l'issue de celle-ci trois sites privilégiés ont été retenus d'un commun accord et examinés plus en détail dans le cadre d'une pré-faisabilité de projets éventuels.

● La carte de la planche 1 à 1/500 000 figure la zone étudiée précédemment et celle examinée présentement avec les agglomérations sélectionnées : St-Gaudens, Montréjeau, Lannemezan, Lourdes, Foix, St-Girons, Rodez, Millau et St-Affrique.

* Plan Sud-Ouest : recherche en région Midi-Pyrénées de sites favorables à la réalisation d'opérations géothermiques. Rapport BRGM 81 SGN 736 MPY -J anvier 1982.

** Ville de Pamiers : projet géothermique - Etude de faisabilité - Rapport BRGM 81 SGN 819 GTH - Mars 1982.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
Préambule	1
Table des matières	2
Table des planches	3
Présentation de l'étude	4
1° - Partie : ETUDE GENERALE DES AGGLOMERATIONS	5
1.1 - Examen des conditions géologiques et des possibilités de ressources géothermiques	6
- Saint-Gaudens	7
- Montréjeau	14
- Lannemezan	17
- Lourdes	23
- Foix	27
- Saint-Girons	32
- Rodez	38
- Millau	44
- Saint-Affrique	55
Conclusions relatives aux possibilités géothermiques	58
1.2 - Examen des besoins énergétiques	63
- Généralités	63
- Saint-Gaudens	65
- Montréjeau	68
- Lannemezan	71
- Lourdes	75

- Foix	79
- Saint-Girons	83
- Rodez	86
- Millau	90
- Saint - Affrique	94
1.3 - Comparaison des ressources et des besoins	97

TABLE DES PLANCHES ET DES ANNEXES

- Planche 1 (Hors texte) - Limite des études et localisation des agglomérations examinées à 1/500 000.

- Examen des ressources

- Planche 2 (page 12) - Zone de Saint-Gaudens à 1/100 000
- Planche 3 (page 13) - Coupe géologique interprétative à l'aplomb de Saint-Gaudens
- Planche 4 (page 16) - Zone de Montréjeau à 1/100 000
- Planche 5 (page 21) - Zone de Lannemezan à 1/100 000
- Planche 6 (page 22) - Coupe géologique interprétative à l'aplomb de Lannemezan
- Planche 7 (page 25) - Zone de Lourdes à 1/100 000
- Planche 8 (page 26) - Coupe géologique schématique à l'aplomb de Lourdes
- Planche 9 (page 30) - Zone de Foix à 1/100 000
- Planche 10 (page 31) - Coupe géologique schématique à l'aplomb de Foix
- Planche 11 (page 36) - Zone de Saint-Girons à 1/100 000
- Planche 12 (page 37) - Coupe géologique schématique à l'aplomb de Saint-Girons
- Planche 13 (page 42) - Zone de Rodez à 1/100 000
- Planche 14 (page 43) - Coupe géologique schématique à l'aplomb de Rodez
- Planche 15 (page 53) - Zone de Millau à 1/100 000
- Planche 16 (page 54) - Coupe géologique schématique à l'aplomb de Millau
- Planche 17 (page 57) - Zone de Saint-Affrique à 1/100 000

- Examen des besoins

- Planche 18 (page 67) - Agglomération de Saint-Gaudens à 1/25000
- Planche 19 (page 70) - Agglomération de Montréjeau à 1/25000
- Planche 20 (page 74) - Agglomération de Lannemezan à 1/25000
- Planche 21 (page 78) - Agglomération de Lourdes à 1/25000
- Planche 22 (page 82) - Agglomération de Foix à 1/25000
- Planche 23 (page 85) - Agglomération de Saint-Girons à 1/25000
- Planche 24 (page 89) - Agglomération de Rodez à 1/25000
- Planche 25 (page 93) - Agglomération de Millau à 1/25000
- Planche 26 (page 96) - Agglomération de Saint-Affrique à 1/25000

Annexes 1 à 9 (Hors Texte) : Recensement des utilisations potentielles existantes de la géothermie pour les 9 agglomérations étudiées.

PRESENTATION DE L'ETUDE

Ainsi qu'exposé en préambule l'étude comporte donc deux parties :

1 ère partie : Etude générale des 9 agglomérations sélectionnées a priori avec :

- un examen des conditions géologiques et hydrogéologiques existantes à leur aplomb en vue d'apprécier les possibilités géothermiques des réservoirs éventuels.
- un recensement de leurs principaux centres de consommation énergétique urbain, agricole et industriel.
- une comparaison besoins-ressources afin d'éliminer les centres pour lesquels :-les ressources sont nulles, trop faibles ou trop aléatoires.
-les besoins sont trop faibles ou inadaptés à une utilisation géothermique.

2 ème partie : Etudes particulières de sites susceptibles de permettre la réalisation d'un projet d'utilisation géothermique sous la forme d'études de préfaisabilité comportant une appréciation des conditions technico-économiques.

Compte tenu des potentialités géothermiques et des besoins susceptibles d'être couverts par un tel type d'énergie, les sites retenus pour ces études concernent les agglomérations de Saint-Gaudens, Rodez (quartier des "Quatre-Saisons") et Millau.

1 ÈRE PARTIE

ETUDE GENERALE DES AGGLOMERATIONS

de	St-GAUDENS	}	Haute-Garonne
	MONTREJEAU		
	LANNEMEZAN	}	Hautes Pyrénées
	LOURDES		
	FOIX	}	Ariège
	St-GIRONS		
	RODEZ	}	Aveyron
	MILLAU		
	St-AFFRIQUE		

1-1 - EXAMEN DES CONDITIONS GEOLOGIQUES ET DES POSSIBILITES DE RESSOURCES GEOTHERMIQUES

GENERALITES

En raison du contexte géologique des sites étudiés, caractérisé par l'importance des données tectoniques, les documents établis pour chacun de ces sites comprennent :

- un examen de l'environnement géologique avec :
 - . un plan de situation à 1/100 000 pouvant comporter les limites des grandes unités géologiques et l'implantation des sondages éventuels
 - . une coupe géologique interprétative ou schématique suivant les données disponibles.
- un descriptif plus ou moins concis suivant les données disponibles du ou des réservoirs susceptibles de constituer le ou les objectifs géothermiques avec leurs caractéristiques géométriques (profondeur, épaisseur), hydrauliques (nature, perméabilité ...) et hydrochimiques.

SAINT - GAUDENS (31)

1 - ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE (cf. planche 2)

● Située à quelques 7 km au Sud du tracé en surface du front de chevauchement nord-pyrénéen, l'agglomération de St Gaudens est encadrée par les forages de recherche d'hydrocarbures suivants :

Clarac 1 (CLC 1)

Saint-Ignan 1 et 2 (SI 1 et 2)

Liéoux 1 et 2 (Li 1 et 2)

Labarthe 1 et 2 (La 1 et 2)

Pointis-Isnard 1 (PNS 1)

Loo 1 (Lo 1)

- Le front de chevauchement limite deux unités structurales superposées
 - une unité chevauchante allochtone
 - une unité profonde autochtone

L'unité allochtone est constituée par des dépôts de type flysch parfois brêchiques de l'Albo-Cénomaniens qui reposent en discordance sur des séries allant du Primaire au Nord (forage de Saint-Ignan, Liéoux et Labarthe) au Secondaire (forages de Clarac et Pointis-Inard). La coupe de la planche 3 explicite la disposition de ces séries.

Sous le front de chevauchement, dans l'unité autochtone à plus de 4 000 m de profondeur, les dépôts du Secondaire pourraient exister. A ce jour seul le forage de Clarac a reconnu sous le Primaire schisteux (2713 à 4489 m) des séries attribuées au Lias inférieur - Trias et constituées d'anhydrite et de sel avec de fines intercalations calcaires jusqu'au fond (5 233 m).

2 - RESERVOIRS

● Dans l'état actuel des connaissances les formations constituant un réservoir ont été reconnues dans l'allochtone :

- au Sud dans les séries carbonatées du Crétacé moyen et du Jurassique telles que traversées à Pointis Isnard 1.
- au Nord dans les séries primaires carbonatées des forages de Saint-Ignan et de Liéoux 2.

● A Pointis-Isnard 1 la coupe est la suivante :

- 0 - 776 m : Albo-Cénomanién : Flysch
- 776 - 1386 m : Albo-Aptien essentiellement calcaire, fissuré à partir de 1 294 m avec notamment des pertes du fluide de circulation.
- 1386 - 1816 m : Kimméridgien-Portlandien dolomitique et calcaire avec des pertes (totales ou partielles) du fluide de circulation au toit.
- 1816 - 1916 m : Anhydrite
- 1961 - 2286 m : Dogger-Oxfordien essentiellement dolomitique avec des pertes du fluide de circulation au toit.
- 2286 - 3308 m : Lias et Trias constitués de calcaires et dolomies associés à des dépôts salifères et à de l'ophite.

Un essai de formation de 1965 à 1981,50 m a permis d'obtenir 6,8 m³ d'eau en 45 minutes (pression de fond à la fermeture : 188 kg/cm²). L'eau avait une salinité totale de 4,8 g/l avec notamment 2,4 g/l de SO₄.

Il ne paraît pas d'après les études géophysiques que l'extension nord de ce réservoir puisse se poursuivre au-delà de l'aplomb du cours de la Garonne et par conséquent intéresser l'agglomération proprement dite de Saint-Gaudens.

● En ce qui concerne les réservoirs carbonatés éventuels du Primaire, les données sont les suivantes :

Extension : leur disposition structurale n'est pas connue. Mis en évidence par les forages de Liéoux 2, St-Ignan 1 et 1 bis, ils n'ont pas été retrouvés par ceux de Clarac 1, Liéoux 1, Labarthe 1 et 2 et enfin St-Ignan 2.

Leur présence à l'aplomb de l'agglomération de St-Gaudens est possible mais reste hypothétique.

Caractéristiques hydrauliques et hydrochimiques

d'après les trois forages.

- Forage de Liéoux 2 : dolomies vacuolaires et fracturées de 2554 à 2799 m directement sous le flysch albo-cénomaniens.

Les carottes ont permis de mesurer les paramètres suivants :

- . porosité comprise entre 1 et 2,8 %
- . perméabilité comprise entre 0,09 et 4,7 mD (fissures).

L'essai de couche de 2564 à 2580,7 m a fourni en 90 minutes, 12,5 m³ d'eau de 160 g/l de salinité, émulsionnée de gaz combustible.

- Forage de St-Ignan 1 : dolomies identiques aux précédentes de 1725 à 1774 m comprises entre le flysch albo-cénomaniens et des formations schisteuses du Primaire.

Les mesures sur carottes étaient les suivantes :

- . porosité comprise entre 2 et 3,9 %
- . perméabilité comprise entre < 0,1 et 0,19 mD

Les deux essais de couche (1701,8 - 1733,4) et (1721,4-1733,4) ont fourni du gaz combustible accompagné d'eau salée à 123,5 g/l.

- Forage de St-Ignan 1 bis, correspondant à une reprise en déviation du précédent, a recoupé les mêmes dolomies de 1684 à 1782 m. La porosité mesurée sur carotte était comprise entre 2,6 et 4,5 % et la perméabilité 0,22 à 61 mD.

Deux essais de couche (1603,5-1692,1) et (1603,5-1899,4) ont fourni de l'eau salée (66 à 106 g/l) émulsionnée de gaz combustible. La pression de fond était de 137 kg/cm².

La profondeur à l'aplomb de St-Gaudens du contact flysch albo-cénomaniens primaire n'est pas connue précisément. Une étude géophysique ou une réinterprétation de celles précédemment effectuées serait nécessaire. En toute première approximation par interpolation entre les profondeurs trouvées respectivement de part et d'autre, à Pointis-Isnard et Liéoux 2, elles seraient comprises entre 1500 et 2000 m.

La température pour un réservoir hypothétique atteint à 1500 m serait de l'ordre de 58°C en adoptant pour le gradient géothermique une valeur moyenne de 3°C.

A St-Ignan et Liéoux les valeurs obtenues étaient respectivement de 2,7° et 3,2°C.

3 - CONCLUSION

En l'état actuel de nos connaissances ne concernant que les séries allochtones au-dessus du front de chevauchement nord-pyrénéen, deux possibilités de réservoirs géothermiques ont été examinées.

Les formations calcaires du Crétacé moyen et du Jurassique ne devraient pas s'étendre vers le Nord au-delà de la Garonne et n'intéresseraient donc pas l'agglomération de St-Gaudens.

Les séries primaires qui existent dans cette direction ont été reconnues par 8 sondages. Dans 3 d'entre eux des réservoirs

carbonatés ont été mis en évidence. Leur extension n'est pas connue et il n'est pas possible de préjuger de leur existence à l'aplomb de l'agglomération de St-Gaudens vers 1500-2000 m de profondeur. L'eau aurait une salinité importante (éventuellement associée à du gaz combustible) nécessitant une réinjection en profondeur.

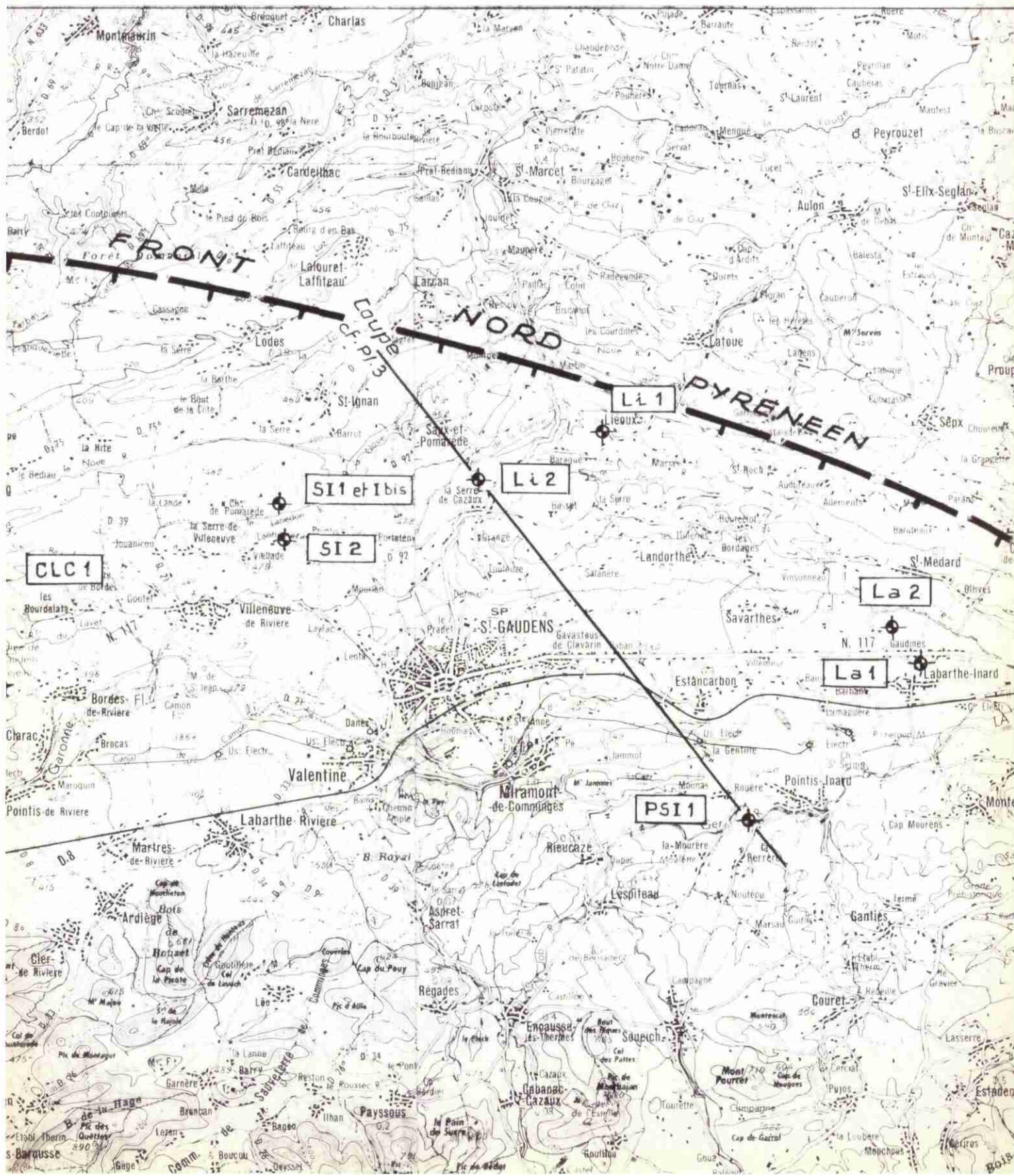
En tout état de cause, une étude géophysique préliminaire serait indispensable en vue de tenter, sous 1500 à 2000 m de flysch créacé de définir la nature et l'extension des différentes séries du Primaire.

Il conviendrait ensuite de réaliser un sondage de reconnaissance pour confirmer les hypothèses et s'assurer de la qualité des réservoirs éventuels.

S^T GAUDENS (31)

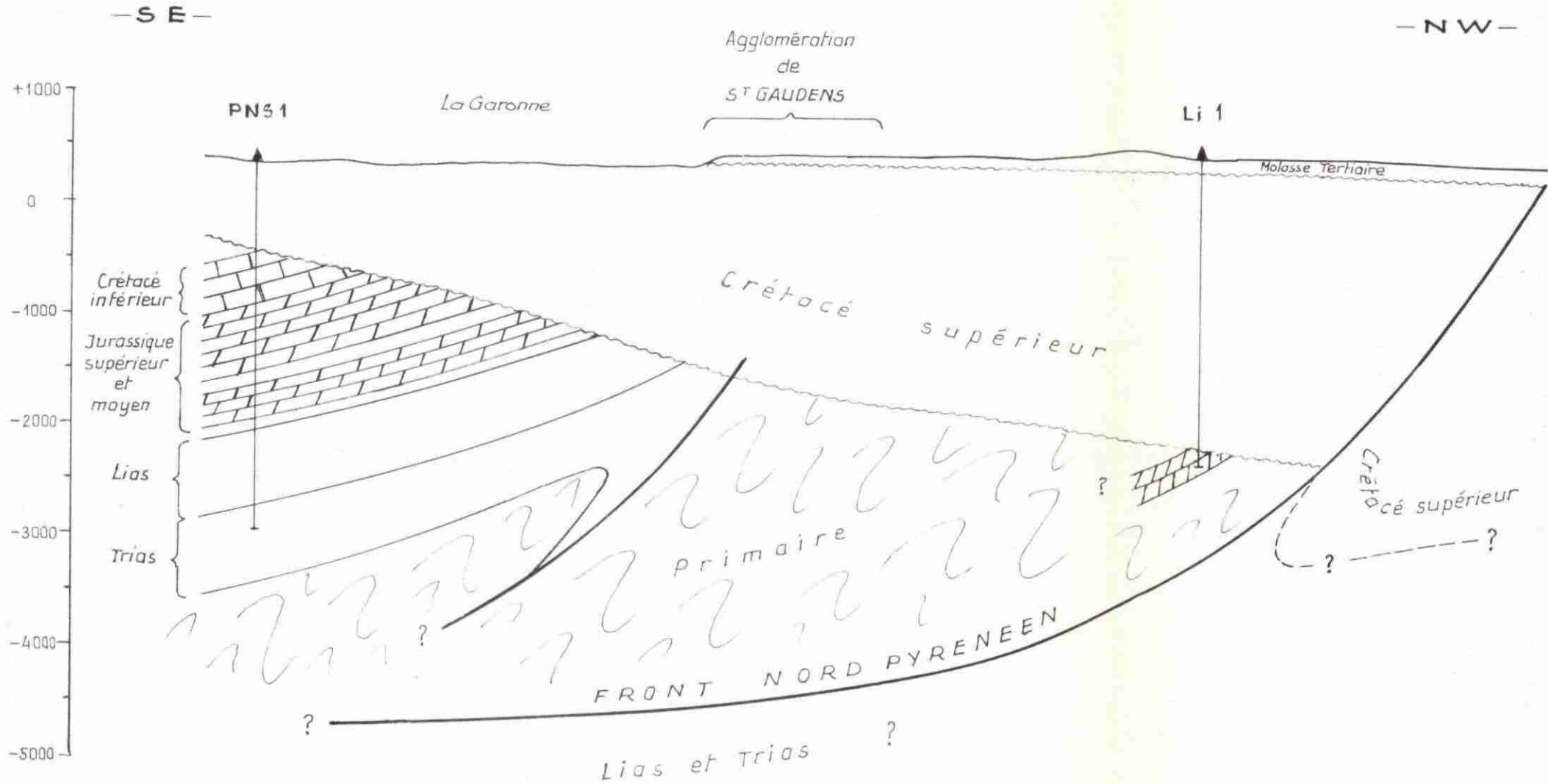
1/100 000

◆ Forage de recherche d'hydrocarbures



COUPE GEOLOGIQUE INTERPRETATIVE à l'APLOMB de ST GAUDENS (31)

1/50 000



MONTREJEAU (31)

1 - ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE (cf. planche 4)

- De façon analogue au site de St-Gaudens, l'agglomération de Montréjeau est située à 10 km au Sud du front de chevauchement nord-pyrénéen.

Il existe donc les deux unités superposées et seul le forage de recherche d'hydrocarbures de Clarac 1 déjà mentionné aux environs de St-Gaudens a traversé entièrement l'unité chevauchante et pénétré de 4489 à 5233 m dans des séries du Lias et du Trias attribuées à l'unité autochtone.

Les sondages de Villeneuve-Lecussan (Vi 1) et de St-Plancard (SPL 1, 2, 101 et 102 atteignant 1300 à 2714 m de profondeur) sont restés dans l'unité allochtone constituée de dépôts de type flysch.

- La coupe géologique concernant St-Gaudens (pl. 3) permet également de se représenter la disposition des terrains à l'aplomb de Montréjeau ; aucune information complémentaire n'est en effet disponible sinon la présence en affleurement à 1 km au Sud seulement de Montréjeau, des calcaires de l'Albo-Aptien et du Jurassique supérieur qui avaient été traversés par le forage de Pointis-Isnard de 776 à 1816 m de profondeur.

2 - RESERVOIRS

- De même qu'à St-Gaudens, on peut distinguer les éventuelles formations carbonatées de l'Albo-Aptien au Jurassique supérieur ainsi que les hypothétiques séries également carbonatées du Primaire reconnues par les sondages de Liéoux 2 et de St-Ignan 1 et 1 bis.

- L'extension nord des calcaires de l'Albo-Aptien et du Jurassique supérieur au-delà des proches affleurements sous Montréjeau est possible mais demanderait à être confirmée par des travaux complémentaires.

- Dans le Primaire, la présence de séries carbonatées est possible mais reste à localiser.

- Les diverses données citées pour l'agglomération de St-Gaudens sont donc transposables à Montréjeau.

3 - CONCLUSION

La présence de réservoirs dans le Secondaire ou dans le Primaire est possible.

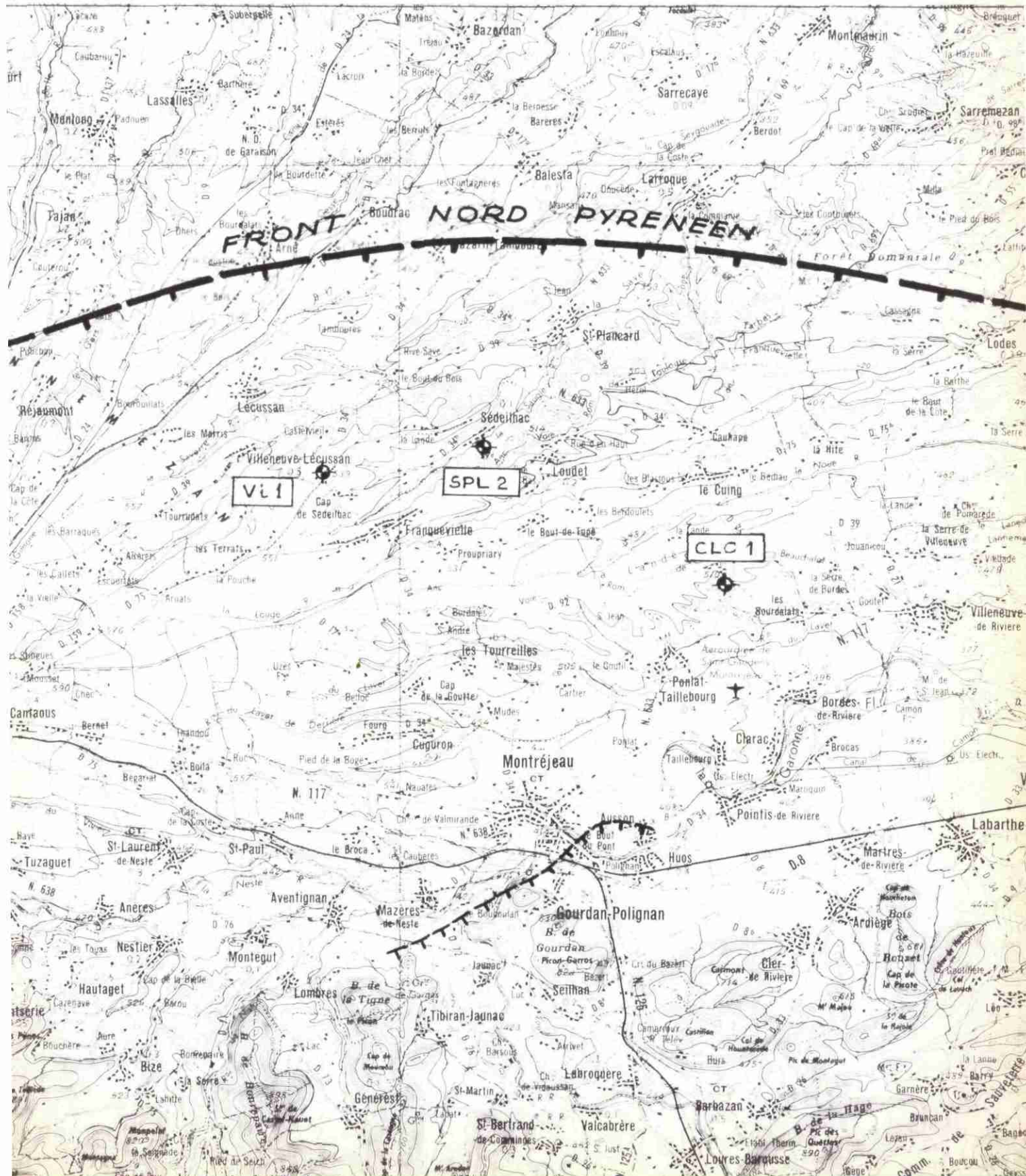
Compte tenu des travaux actuels de reconnaissance il s'agit d'hypothèses et des investigations seraient nécessaires. Elles devraient comporter une étude géophysique préliminaire ainsi qu'un sondage de reconnaissance.

MONTREJEAU (31)

1/100.000

Forage de recherche d'hydrocarbures

Limite septentrionale des affleurements des calcaires urgoniens - jurassiques et de leur contact avec le flysch crétacé



LANNEMEZAN (65)

1 - ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE (cf. planche 5)

● L'agglomération de Lannemezan est située à 5 km au Sud du tracé en surface du front de chevauchement nord-pyrénéen et la zone a été reconnue en profondeur par les deux forages de recherches d'hydrocarbures de Lannemezan 1 et 2, situés respectivement à 2,5 km à l'Est et à 3 km au Nord-Est de l'agglomération, profonds de 6900 m et 6276 m.

● A l'aplomb de Lannemezan les deux unités structurales séparées par le front de chevauchement nord-pyrénéen sont constituées respectivement par :

- les séries allochtones de l'unité chevauchante, par des dépôts de type flysch (schistes et brèches de l'Albo-Cénomanién) et par des écailles appartenant à l'infra-Lias et au Trias de faciès évaporitique et dolomitique à éléments volcaniques.

- les séries autochtones sous-jacentes, par des dépôts débutant au Crétacé supérieur et reconnues actuellement jusqu'au Jurassique supérieur. Ces séries autochtones se disposent sous le front de chevauchement en un synclinal couché dont seul le flanc inférieur est représenté et qui est affecté de nombreuses complications tectoniques.

La coupe interprétative de la planche 6 montre la disposition de ces différentes séries recoupées par forages dont le détail est donné dans le tableau ci-après :

	LANNEMEZAN 1	LANNEMEZAN 2
Cote sol	602,3 m	568,6 m
<u>Mio-Pliocène</u>	<u>0 à 205 m</u>	<u>0 à 197,5 m</u>
<u>Allochtone</u>	<u>205 à 4727 m</u>	<u>197,5 à 2672 m</u>
Albo-Cénomanién et Infra-Lias - Trias	Flysch brêchique et Anhydrite, dolomie, ophite à partir de 1636 m	Flysch brêchique et Anhydrite, dolomie, gneiss à partir de 2153 m
<u>Autochtone</u>	<u>4727 à 6900 m (fond)</u>	<u>2672 à 6276 m (fond)</u>
● <u>Série inverse</u>		
Albo-Cénomanién à Sénonien	Brêche, calcaire, argile	Calcaire, brêche, argile jusqu'à 4875 m puis Trias salifère
● <u>Série normale</u>	à partir de 5316 m.	à partir de 5329 m.
Albo-Cénomanién à Sénonien.	Argile, calcaire jusqu'à 6029 m	Argile, calcaire jusqu'à 5903 m
Aptien	Calcaire jusqu'à 6197 m	Calcaire et marne jusqu'à 6095 m
Portlandien (Dol. de Mano)	Dolomie et brêche jusqu'à 6356 m	Calcaire, dolomie et brêche jusqu'au fond à 6276 m
Kimméridgien	Calcaire et dolomie jusqu'à 6770 m	
Bathonien-Oxfordien	Dolomie et calcaire jusqu'au fond à 6900 m	

2 - RESERVOIRS

Les dépôts carbonatés de l'Aptien au Jurassique en continuité constituent un réservoir à perméabilité de fissures avec du gaz combustible ayant donné lieu d'ailleurs à des essais de production.

Profondeur du toit : 6029 m à Lannemezan 1
5903 m à Lannemezan 2

Epaisseur reconnue de 6029 à 6900 m à Lannemezan 1
5903 à 6276 m à Lannemezan 2

Caractéristiques hydrauliques

- A Lannemezan 1, des pertes du fluide de circulation (23 m³) avait été observées dans l'Aptien à 6171 m de profondeur et les caractéristiques mesurées sur carottes étaient les suivantes :

Aptien :	: 0,42 à 8,44 % de porosité, 0,77 m D maximum.
Portlandien :	: 0,31 à 4,11 % de porosité, 5,11 m D maximum
Bathonien :	: 0,40 à 3,40 % de porosité, 1,40 m D maximum

Les différents essais de formation avaient toutefois permis de conclure que les caractéristiques générales étaient médiocres.

- A Lannemezan 2, les caractéristiques de l'Aptien et du Portlandien étaient meilleures. Des pertes du fluide de circulation (19 m³) avaient été observées dans le Portlandien et les mesures sur carottes ou déduites des diagraphies étaient les suivantes :

Aptien	: 8 - 14 % de porosité, 5 mD (pointe à 900 mD)
Portlandien	: 5 - 15 % de porosité, 4 mD (pointe à 80 m D)

Fluide :

La salinité de l'eau obtenue lors des essais était respectivement de :

- 220 g/l à Lannemezan 1 dans l'Oxfordien
- de 169 g/l à Lannemezan 2 dans le Portlandien.

Température

Le gradient géothermique parait se situer entre 2,4 et 2,6° C ce qui donnerait à 6000 m environ 160°C.

3 - CONCLUSION

La profondeur à atteindre, d'au moins 6000 m, ainsi que la présence de gaz combustible ne permettent pas d'envisager économiquement un recours à la géothermie pour l'agglomération de Lannemezan.

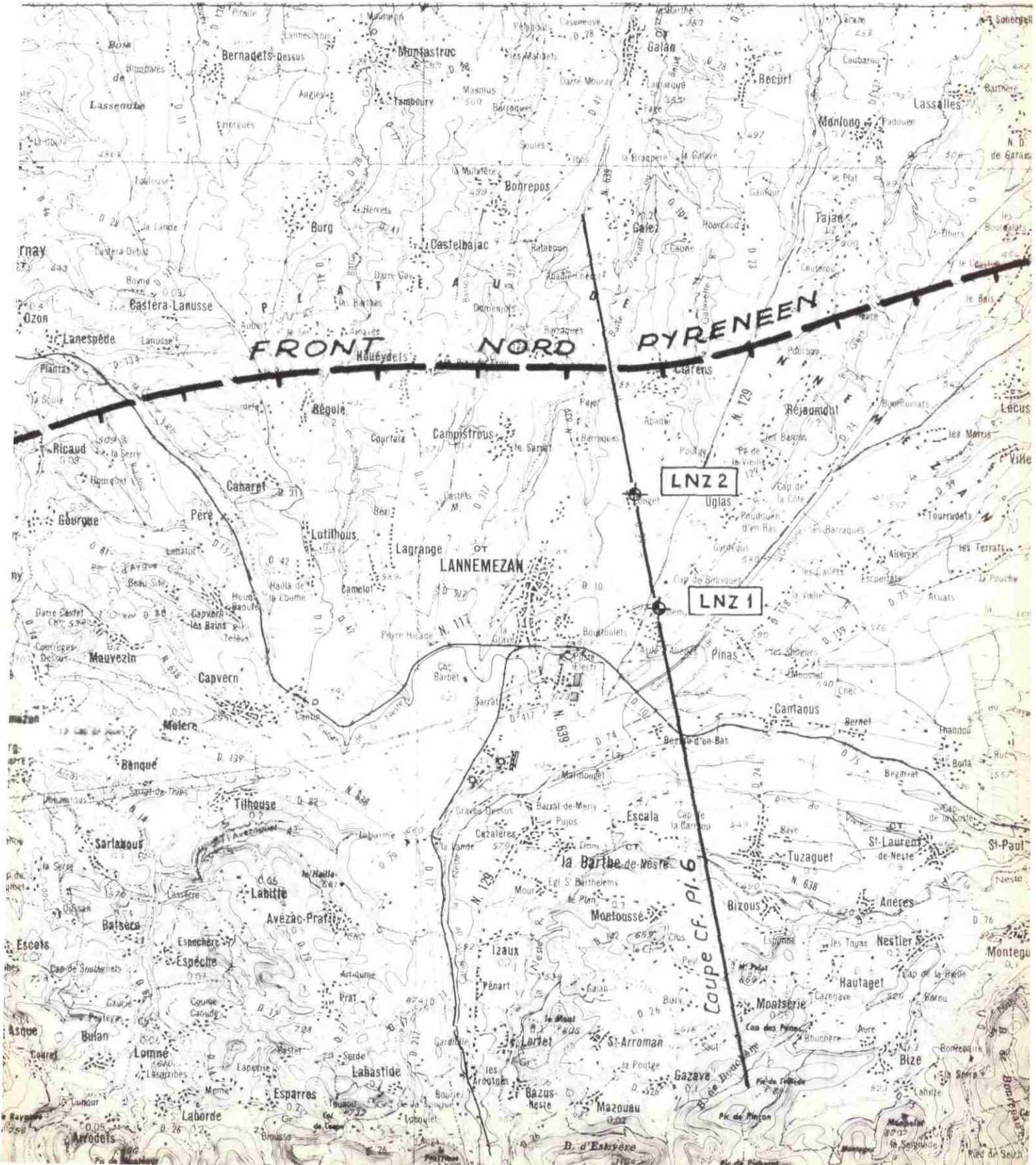
L'utilisation de ces forages de Lannemezan 1 et 2 pourrait éventuellement être étudiée sous réserve d'un abandon définitif de travaux de recherche d'hydrocarbures gazeux.

LANNEMEZAN (65)

1/100 000

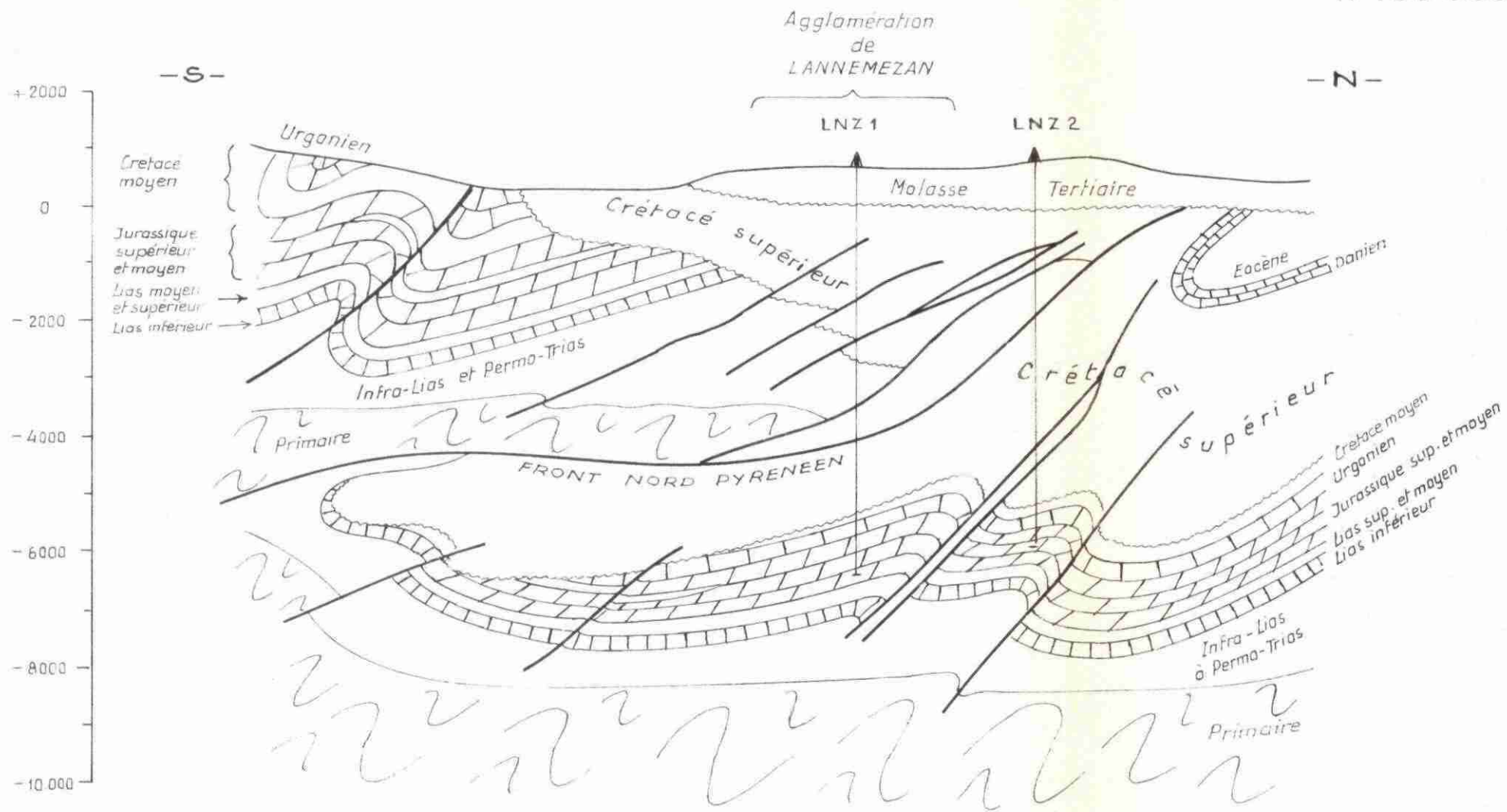


Forage de recherche *d'hydrocarbures



COUPÉ GEOLOGIQUE INTERPRETATIVE à l'APLOMB de LANNEMEZAN (65)

1/100 000



N.B. Seules les formations acalcaires susceptibles d'être aquifères comportent un figuré lithologique

LOURDES (65)

1 - ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE (cf. planche 7)

● L'agglomération de Lourdes est située à 10 km au Sud du tracé en surface du front de chevauchement nord-pyrénéen, au pied des massifs calcaires du Jurassique et du Crétacé.

● Il s'agit d'une zone complexe qu'aucun forage profond n'a reconnue. Le premier d'entre eux (OSSUN 3) à 7 km au Nord a ainsi traversé jusqu'à 899 m de profondeur des dépôts de type flysch du Crétacé supérieur de l'unité chevauchante, puis sous 941 m de Trias salifère il a recoupé l'autochtone disposé en structure synclinale couchée et constituée de séries allant de l'Eocène au Crétacé parfois calcaires et enfin au Permo-Trias brèche atteint à 4661 m de profondeur.

● Entre ce forage et Lourdes, les séries appartenant au Flysch albo-cénomancien qui affleurent, doivent être affectées par d'importantes complications : il existe ainsi une écaille de granite à 3 km au Nord-Est de Lourdes dans le prolongement occidental du massif de Julos et des filons de roches éruptives près d'Adé et à 1 km seulement au Nord.

La coupe schématique de la planche 8 figure l'agencement des séries géologiques.

2 - RESERVOIRS

Dans les conditions structurales exposées ci-dessus, il est pratiquement impossible d'appréhender l'existence, la profondeur et la nature des réservoirs éventuels.

Les séries calcaires du Jurassique et du Crétacé (Urgonien) où les phénomènes de karstification sont bien développés et qui constituent un réservoir potentiel, paraissent également légèrement chevauchantes vers le Nord. De ce fait, à l'aplomb de la ville de Lourdes, leur extension en profondeur et en continuité ne paraît pas envisageable. Plus au Nord sous le flysch albo-cénomaniens, la présence de ces séries carbonatées serait possible mais compte tenu de la complexité structurale reste à démontrer.

Enfin, sous le chevauchement nord-pyrénéen, vraisemblablement à plus de 4000 m de profondeur la nature des terrains n'est pas connue. A l'aplomb du forage d'Ossun 3, les calcaires du Crétacé (Calcaire des Cañons de 4429 à 4525 m de profondeur et l'Aptien de 4601 à 4661 m) étaient compacts et n'offraient pas les caractéristiques d'un réservoir.

3- CONCLUSION

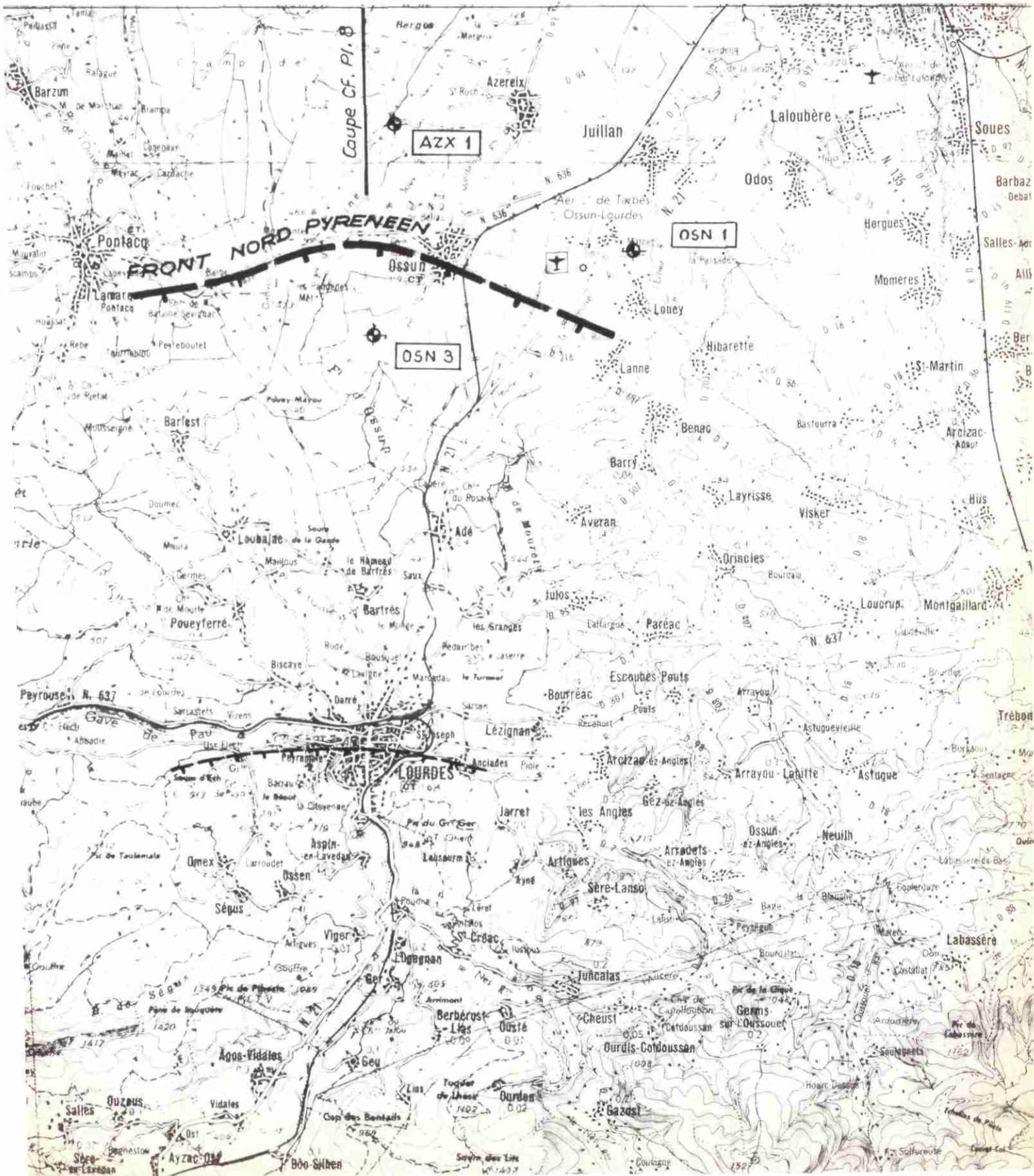
Des investigations profondes et complexes sont donc indispensables, préalablement à toute prise en considération d'un éventuel projet géothermique avec pour objectif l'existence des dépôts carbonatés de l'Albo-Aptien à faciès Urgonien calcaire, voire du Jurassique supérieur carbonaté, sous le flysch Albo-Cénomaniens dans l'unité chevauchante et peut-être dans l'autochtone proprement dit.

LOURDES (65)

1/100.000

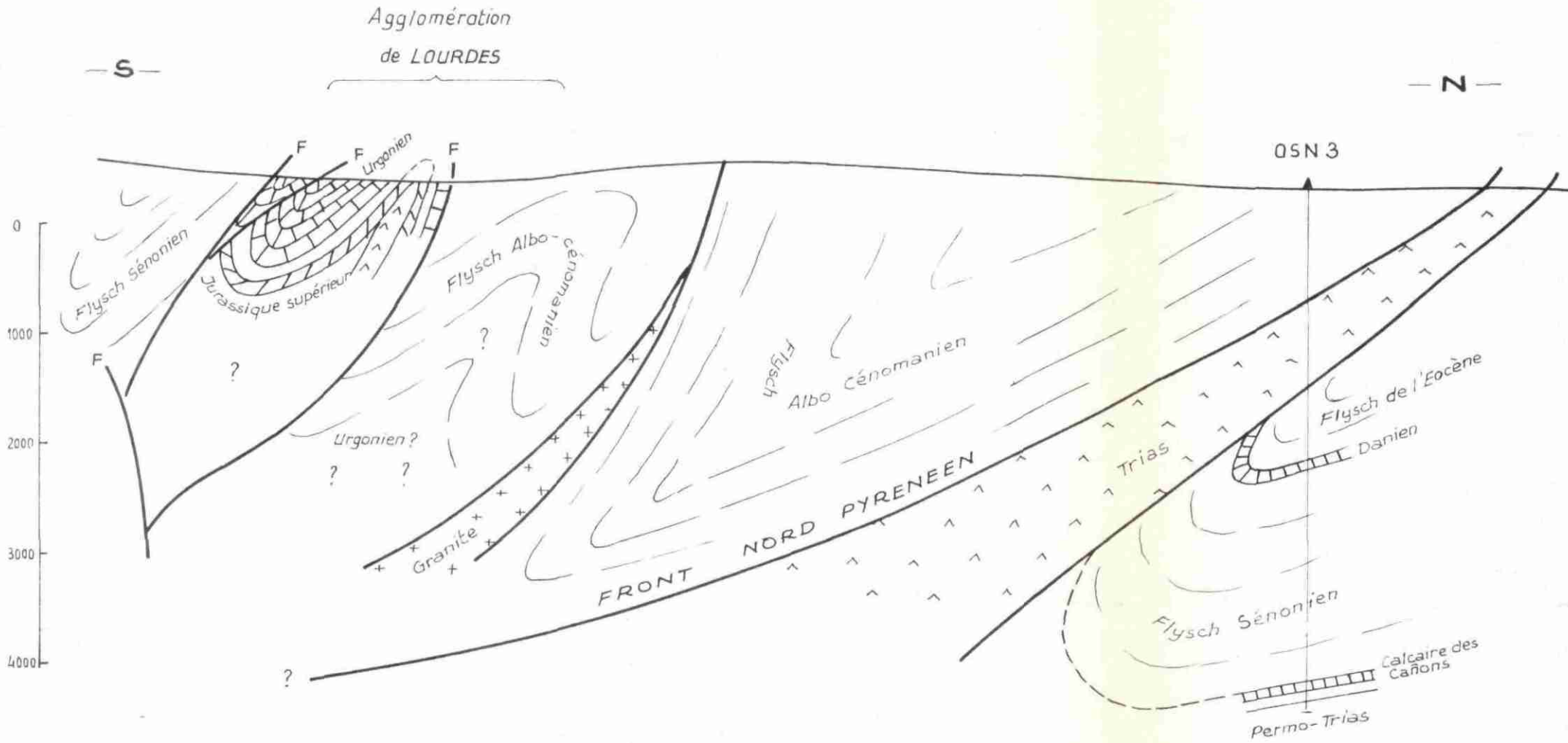
Forage de recherche d'hydrocarbures

Limite septentrionale des affleurements des calcaires urgoniens et de leur contact avec le flysch crétacé.



COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE à l'APLOMB de LOURDES

1/50.000



N.B. - Seules les formations mésozoïques susceptibles d'être aquifères comportent un figure lithologique

FOIX (09)

1 - ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE (cf. planche 9)

● L'agglomération de Foix est située sur le cours de l'Ariège en bordure nord de la zone nord-pyrénéenne. On y distingue les trois unités suivantes :

- Le Pech de Foix (et de St-Sauveur), anticlinorium complexe de plusieurs plis séparés par des failles longitudinales. Les séries à l'affleurement s'étendent du Trias au Jurassique (s.l.), puis aux calcaires de faciès urgonien et aux marnes albiennes.

Cette unité est limitée vers le Nord par la chaîne du Plantaurel comprenant à l'affleurement les séries du Crétacé supérieur (Maestrichtien avec notamment les grès de Labarre) puis du Paléocène-Danien constituant avec un pendage nord la bordure du Bassin Aquitain.

- La terminaison orientale du Massif de l'Arize, en rive gauche de l'Ariège avec notamment le granite de Serres-sur-Arget.

- Le synclinal de Nalzen en rive droite montrant en série inverse tous les termes du Crétacé supérieur depuis le Cénomaniens schisto-gréseux au Sud jusqu'au marno-calcaires du Turonien et aux marnes campiennes atteignant au Nord la faille bordière du Pech de Foix.

● Un profil sismique récent (25 mai 1982) transversal aux unités précédentes passant à l'Est de Foix est caractérisé par l'existence de réflexions structurées profondes : le massif granitique de Serres-sur-Arget paraît chevaucher vers le Nord, des réflecteurs sismiques organisés et de bonne qualité s'observant à son aplomb. L'existence de séries diverses y compris des horizons susceptibles de constituer un réservoir serait donc possible sous le granite. En tout état de cause seul un forage de reconnaissance géologique dont la profondeur est estimée à 2 500 m, permettrait de vérifier une telle hypothèse.

Dans l'état actuel de nos connaissances on retiendra que seules les formations existantes dans le Pech de Foix St-Sauveur constituent des réservoirs potentiels. On y distingue en effet, au-dessus du Trias (marnes bariolées avec gypse) apparaissant en écaille le long des accidents, successivement :

- l'Infra Lias (Rhétien et Hettangien inférieur) : schistes et calcaires parfois marneux (60 m).
- Le Lias inférieur calcaire parfois dolomitique et brêchique (200 m)
- le Lias marneux (30 m)
- le Jurassique supérieur, dolomitique essentiellement, d'environ 250 m d'épaisseur.
- les calcaires à faciès Urgonien du Crétacé inférieur et moyen de 300 à 400 m de puissance
- les marnes albiennes.

● Au point de vue de la disposition structurale des précédentes séries, on peut schématiquement distinguer, en descendant le cours de l'Ariège depuis le granite de Serres-sur-Arget occupant la moitié sud de l'agglomération de Foix, successivement :

- un anticlinal faillé jusqu'à Vernajouls
- un synclinal plus ou moins pincé et faillé. Si au droit de Vernajouls, seules les marnes albiennes en effet affleurent, vers l'Est par contre à 3 km de distance, on observe en effet la fermeture périclinale de l'anticlinal de l'Herm-Pereille.

La coupe schématique (planche 10) figure la disposition des séries.

2 - RESERVOIRS

● Les formations carbonatées successives du Lias calcaire, du Jurassique supérieur et les dépôts urgoniens offrent des possibilités aquifères. Les calcaires urgoniens notamment sont l'objet à l'affleurement d'une érosion karstique très poussée. Le milieu se caractérise toutefois par une hétérogénéité dans la distribution des cheminements aquifères.

● Il paraît possible de distinguer deux secteurs :

- A l'aplomb de l'agglomération de Foix où toutes les séries affleurent directement de part et d'autre de l'axe anticlinal. le niveau de base de ces circulations doit être constitué par le cours de l'Ariège et il est vraisemblable qu'il existe des relations plus ou moins directes entre ces eaux superficielles et les zones noyées des calcaires de façon telle que les eaux susceptibles d'être captées en profondeur soient "refroidies".*

- Au droit du synclinal de Vernajouls-Pradières sous les marnes albiennes les séries calcaires de l'Urgonien voire du Jurassique et du Lias pourraient constituer un aquifère captif.

Dans cette dernière zone la profondeur du toit du réservoir n'est pas connue et il conviendrait de s'assurer par des études préalables de leur structure.

L'épaisseur théorique serait pour l'Urgonien et le Jurassique supérieur qui sont directement superposés, de l'ordre de 500 m.

Aucune valeur des caractéristiques hydrauliques ne peut être a priori donnée et en ce qui concerne l'hydrochimie, par suite de la présence du Trias salifère sous-jacent, voire en écaïlle le long des accidents, les eaux risquent d'être sélitineuses.

3 - CONCLUSION

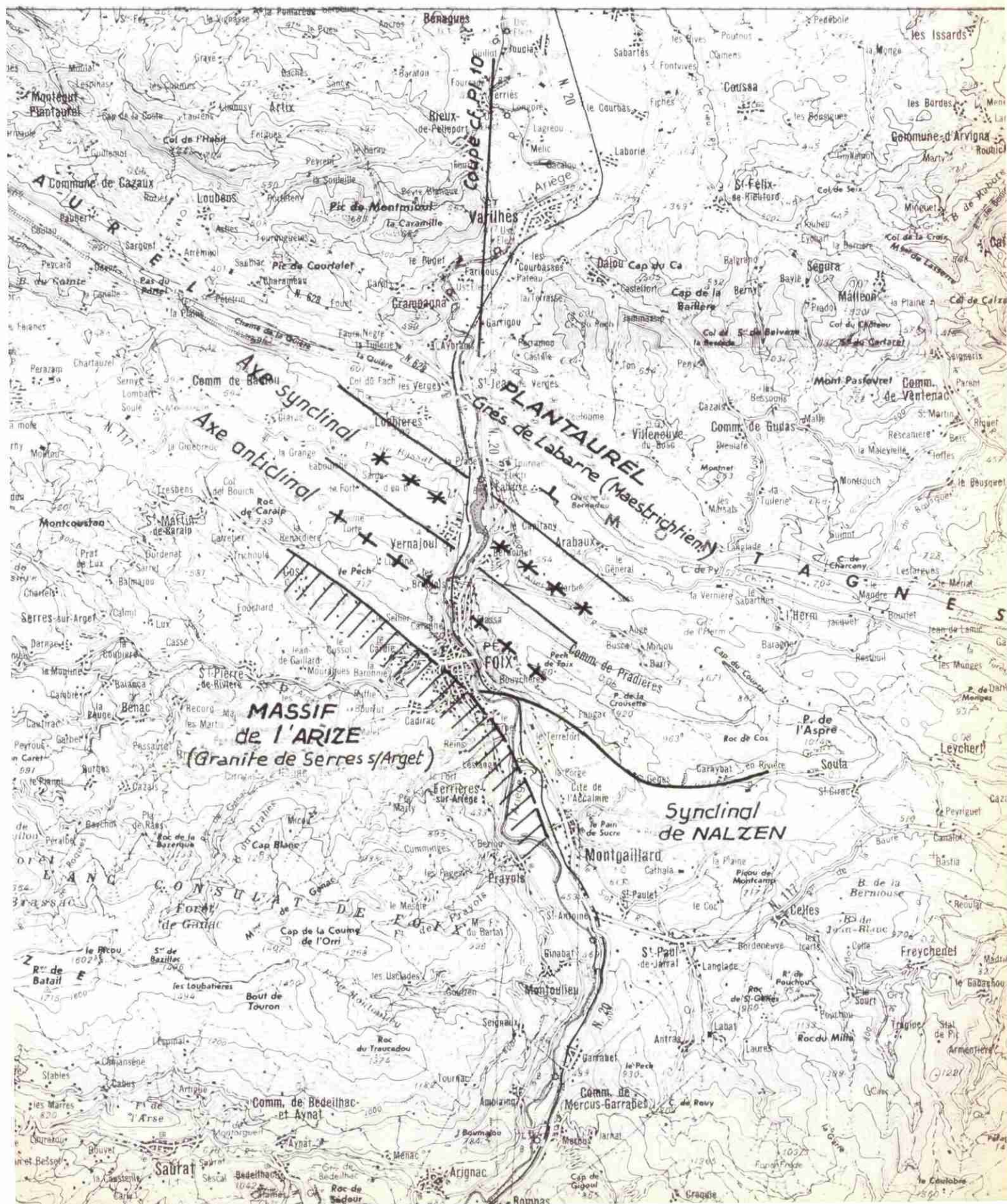
Les possibilités géothermiques sont limitées au droit même de l'agglomération de Foix ; plus au Nord, à hauteur de Vernajouls, de part et d'autre du cours de l'Ariège il doit exister à une certaine profondeur des formations calcaires favorables à des circulations aquifères. En l'état actuel des connaissances aucune donnée technique ne peut être émise et il conviendrait de procéder à des travaux préalables.

* A titre d'exemple d'une telle "contamination", on peut citer le cas du forage de Lavelanet (1076-5-112) qui capte à 485 m de profondeur une eau dont la température n'est que de 20°C. Cela pourrait être le cas des captages envisagés à proximité des affleurements de formations carbonatées.

FOIX (09)

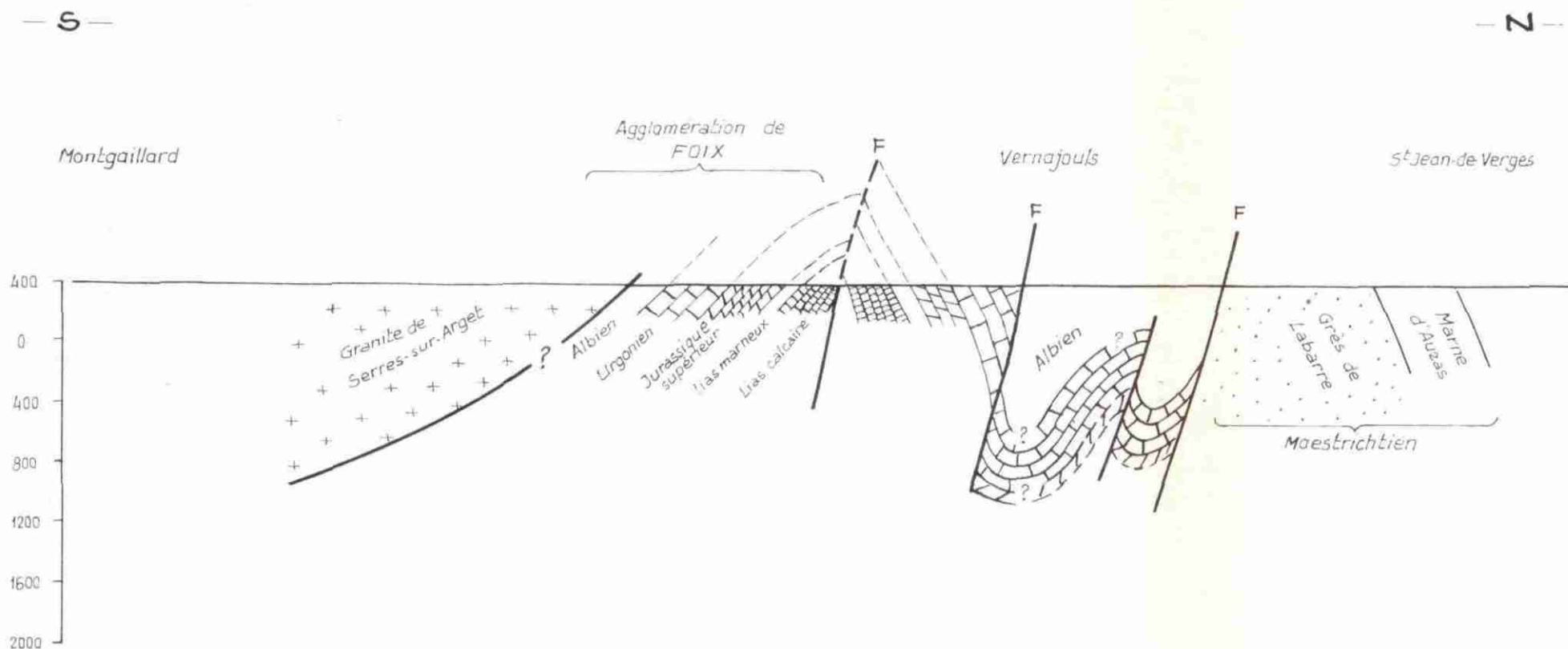
1/100.000

— Limite des unités (faille)



COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE PASSANT par FOIX le LONG de la VALLEE de l'ARIEGE

1/40.000



N.B. - Seules les formations géologiques susceptibles d'être aquifères comportent un figuré lithologique

SAINT - GIRONS (09)

1 - ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE (cf. planche 11)

● L'agglomération de Saint-Girons est située sur le flanc nord de la couverture du massif de l'Arize (zone Nord-Pyrénéenne)

● Ce massif comporte des roches granitiques (Erp) et des terrains plus ou moins métamorphisés s'étendant du Cambro-Ordovicien au Carbonifère. Essentiellement schisto-gréseux, on y relève des séries carbonatées (Dévonien et Carbonifère).

La couverture auréolant en affleurement ce massif est datée du Secondaire. On y distingue de bas en haut :

- le Trias inférieur : grès, pélites, conglomérats
- le Trias moyen calcaire
- le Trias supérieur . argileux associé à de l'ophite
- le Lias inférieur : calcaires, brèches et dolomies
- le Lias moyen et supérieur : marnes
- le Jurassique moyen et supérieur : dolomies et calcaires de l'ordre de 500 m d'épaisseur.
- le Crétacé inférieur et moyen ; calcaires massifs de faciès urgonien (200 m d'épaisseur) surmontés par une épaisse série marneuse (Albien).

Tous ces terrains sont recoupés par la vallée du Salat :

- l'agglomération de St-Girons est établie à hauteur des séries liasiques et jurassiques.

- la plaine de l'Eycheil à son amont concerne les terrains triasiques et l'extrémité orientale du Massif de l'Arize avec notamment des calcaires dévoniens

- la cluse de St-Lizier correspond au passage des calcaires urgoniens qui s'enfoncent vers le Nord sous les marnes albien-nes où est établie la plaine de Lorp.

● Les séries secondaires ont un pendage général vers le Nord-Ouest, avec au droit de l'agglomération de St-Girons un re-plat apparent pour les séries du Jurassique supérieur. L'ensemble reste toutefois très fracturé, la présence du Trias argileux sous-jacent favo-risant des décollements et chevauchements de séries. La coupe schéma-tique de la planche 12 est donnée avec réserves.

● Comme précédemment pour la région de Foix, un profil sismique récent montre des réflexions structurées profondes : le Massif de l'Arize pourrait être chevauchant vers le Nord et recouvrir des séries autochtones profondes dont certaines seraient aquifères. Une telle hypothèse ne pourrait être vérifiée que par un sondage géologique dont la profondeur serait de l'ordre de 5 000 m.

2 - RESERVOIRS

● Les formations carbonatées successives du Dévonien, du Lias, du Jurassique et de l'Urgonien offrent des possibilités de cir-culation d'eau à la faveur de fissures, diaclases, fractures et failles éventuellement agrandies par karstification. Cette dernière est bien dé-veloppée dans l'Urgonien avec l'existence de réseaux souterrains (grot-te de Moulis notamment).

En raison de la distribution dans la masse calcaire de ces zones éventuelles de circulations aquifères, le recours à de tel-les possibilités présente des aléas.

● Dans la zone de l'Eycheil à St-Girons même, où les séries du Jurassique supérieur sont subaffleurantes sous le placage alluvial du Salat, le cours de cette rivière doit constituer le niveau

de base des éventuelles circulations. Des communications directes, voire des réalimentations à partir de ces eaux superficielles sont vraisemblables de façon préjudiciable à l'obtention d'eau "chaude".

Plus profondément, sous le Lias marneux susceptible de former écran, le recours au Lias calcaire pourrait être envisagé. En fait compte tenu des structures complexes, il ne peut être déterminé actuellement d'emplacements favorables. Il en est de même des séries carbonatées du Primaire du Massif de l'Arize (Carbonifère et Dévonien) encore plus profondes mais dont l'extension n'est pas connue.

● Par contre plus au Nord au-delà de St-Lizier dans la plaine de Lorp il serait possible de recouper en profondeur sous les marnes albiennes les calcaires urgoniens et jurassiques. La profondeur à atteindre reste à déterminer.

● Dans l'état actuel de nos connaissances de cette zone complexe, le bilan des possibilités paraît décevant. On doit néanmoins signaler les émergences d'eau plus ou moins profonde et donc chaude à la faveur d'accidents. Ainsi à 4 km au Nord-Est de St-Girons celles d'Audinac localisées dans les formations calcaires du Secondaire fournissent à raison de 16 m³/h une eau dont la température est comprise entre 16 et 22°C. Par suite de la présence de sédiments triasiques salifères, l'eau présente un faciès sulfaté calcique avec un résidu sec de 1,8 - 1,9 g/l. Dans les environs, vers le Sud, il existe également deux petites émergences sur les territoires des communes de Seix et Soulan, d'une eau à 17 - 20°C, de faciès également sulfaté calcique.

3 - CONCLUSION

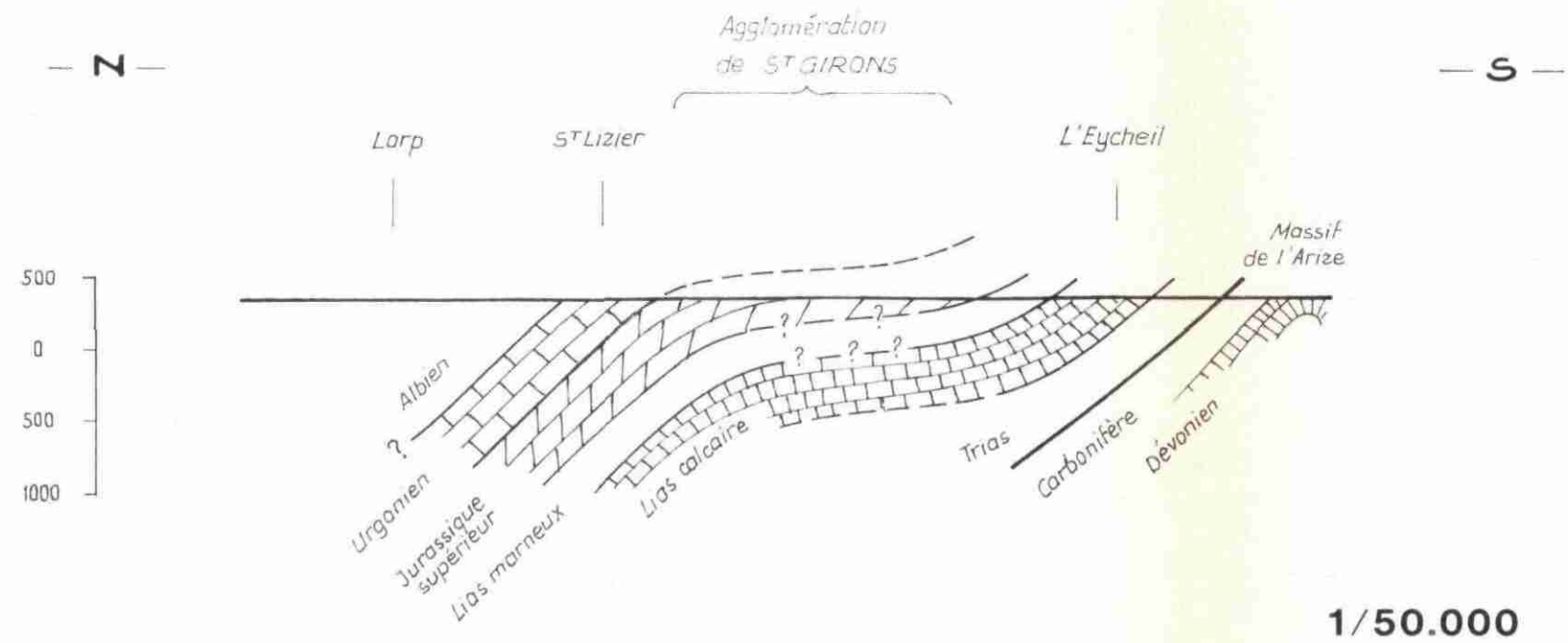
Les possibilités géothermiques sont hypothétiques à l'aplomb de l'agglomération même de St-Girons.

Plus au Nord, à l'aplomb de la plaine de Lorp, il pourrait être envisagé d'atteindre en profondeur des séries carbonatées

favorables à l'existence de circulations aquifères (Urgonien notamment).

Des travaux complémentaires (géophysique et sondages) sont indispensables avant tout établissement de projet.

COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE PASSANT PAR S^T GIRONS le LONG du SALAT



N.B. - Seules les formations géologiques susceptibles d'être aquifères comportent un figure lithologique

RODEZ . (12)

1 - ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE (cf. planche 13)

● L'agglomération de Rodez se situe sur la bordure sud du fossé d'effondrement (appelé "détroit de Rodez") qui affecte le socle cristallin du Massif Central suivant une orientation est-ouest.

● La partie haute et centrale de la ville, en rive droite de l'Aveyron intéresse les formations cristallines du socle. En se dirigeant vers le Nord, les formations sédimentaires du Permo-Carbonifère constituent la dépression des "Quatre Saisons". Au-delà, à la faveur d'accidents limitant une succession de panneaux effondrés les uns par rapport aux autres des formations sédimentaires du Secondaire de plus en plus récentes affleurent et recouvrent de façon subhorizontale les sédiments permo-carbonifères. Ainsi d'Onet-le-Château à Sébazac-Concourès, il s'agit des calcaires du Lias inférieur et au Nord de Sébazac-Concourès ce sont les calcaires du Jurassique moyen constituant les "Causses du Comtal".

La disposition "en escalier" de ces séries est figurée sur la coupe (cf. planche 14).

● Le "Détroit de Rodez" tel qu'il apparaît actuellement se superpose à un ancien sillon permo-carbonifère. L'extension et l'épaisseur des différentes séries ne sont pas précisément connues sinon en affleurement et par deux seuls sondages : 884-5-41 et 884-6-2 (Numéro d'identification à la banque des données du sous-sol du B.R.G.M.)

Des plus anciennes aux plus récentes on distingue :

- les dépôts carbonifères de l'Autunien et localement du Stéphaniens représentés par des grès fins à conglomératiques et quelques dolomies, en alternance avec des lits schisteux généralement gris. Des couches de charbon ont été exploitées à l'Est de la zone étudiée (Gages).

- les dépôts permien du Saxonien représentés par des alternances d'argilites et de grès généralement fins de couleur rouge lie-de-vin bien caractéristique dans la dépression des "Quatre Saisons".

- le Lias inférieur essentiellement calcaire parfois dolomitique avec quelques niveaux argileux qui affleure entre Onet-le-Chateau et Sébazac-Concourès ainsi qu'à l'Ouest de la dépression des "Quatre Saisons" où il forme un entablement.

- le Lias supérieur marneux recouvert dans le Causses du Comtal par les dépôts calcaires et dolomitiques du Jurassique moyen (Aalénien-Bajocien).

● Aux abords immédiats de Rodez on ne dispose en ce qui concerne la géologie profonde que de deux seuls sondages de recherche minière implantés respectivement :

- vers l'Ouest en bordure de la route nationale 594 (884-5-41) profond de 205 m.

- vers l'Est à Arzac (884-6-2), profond de 403 m, (cf. planche 13).

La coupe simplifiée de ces deux ouvrages est donnée ci-après :

	884-5-41	884-6-2
Cote sol	537 m	525 m
Saxonien	0 à 110 m Alternance de pélites argileuses et de grès fins à conglomératiques plus abondants à partir de 76 m.	0 à 328,5 m idem.
Autunien	110 à 196 m Alternance de pélites argileuses et de grès fins à conglomératiques	328,5 à 403,1 m idem.
Socle	196 à 205 m Gneiss	non atteint à 403,1 m

On peut noter que le socle, atteint par le sondage 884-5-41 à 196 m de profondeur, n'a pas été rencontré par celui d'Arzac à 403 m. Il existe donc un approfondissement important, au moins du double, du substratum cristallin vers l'Est et donc un épaissement des séries permo-carbonifères.

Au droit de Rodez et vers le Nord un approfondissement analogue est également vraisemblable. Dans l'état actuel de nos connaissances cette hypothèse, ainsi que l'ordre de grandeur des variations, ne peut être précisée. La coupe de la planche 14 est donc donnée avec réserves.

2 - RESERVOIRS

- Les formations cristallines à l'aplomb du centre de l'agglomération proprement dite de Rodez sont inaptées à l'existence de réservoirs aquifères.

- Les formations carbonatées du Lias inférieur et du Jurassique moyen qui existent plus au Nord dans la zone d'Onet-le-Château et de Sébazac-Concourès présentent une perméabilité de fissures éventuellement agrandies par karstification. Des circulations sont donc possibles dans ce type de matériau. Leur distribution dans la masse est essentiellement variable et elles sont donc pratiquement indécélables à partir des affleurements. De plus dans la zone considérée les profondeurs qu'elles atteindraient sont relativement faibles :

- Dans les zones d'affleurements soit du Lias calcaire (Onet-le-Château à Sébazac-Concourès) soit du Jurassique moyen (Causses du Comtal), la température des eaux souterraines devrait être très voisine de celle observée en surface (12 - 13°C).

- Dans les "Causses du Comtal" où le Lias calcaire effondré est recouvert par l'écran marneux du Lias supérieur, la profondeur prévisible de son toit serait de l'ordre de 150 à 200 m. La température des eaux serait de 4 à 6 ° supplémentaires. Les possibilités d'utilisation géothermique restent donc a priori réduites dans ces zones.

● En ce qui concerne le sondage 884-5-41 intéressant le Permien, une venue d'eau artésienne au jour a été notée, l'horizon aquifère n'étant pas connu. La présence d'horizons gréseux dans l'Autunien peut être envisagée mais il n'est pas possible d'en connaître les caractéristiques : fissures ou porosité d'interstices.

La qualité chimique de l'eau n'est également pas connue.

A l'aplomb du sondage 884-5-41, le socle anté-autunien a été atteint à 196 m de profondeur. Un approfondissement vers le Nord est possible sans que l'ordre de grandeur puisse en être apprécié (500 m ?)

● Le Stéphanien également grès-conglomératique d'après les travaux d'exploitation de charbon plus à l'Est (Bertholène, Gages) pourrait s'il existait notamment à la faveur de l'approfondissement du socle vers le Nord et l'Est offrir des possibilités aquifères (perméabilité de fissures ?).

3 - CONCLUSION

Seuls les quartiers nord et éventuellement est de Rodez intéressants des terrains sédimentaires, seraient susceptibles de se trouver à l'aplomb d'horizons aquifères.

Les caractéristiques de ces horizons ne sont pas connues et on peut craindre qu'ils se situent à des profondeurs relativement restreintes (200 - 500 m) ce qui excluerait la possibilité de trouver de l'eau à des températures notables.

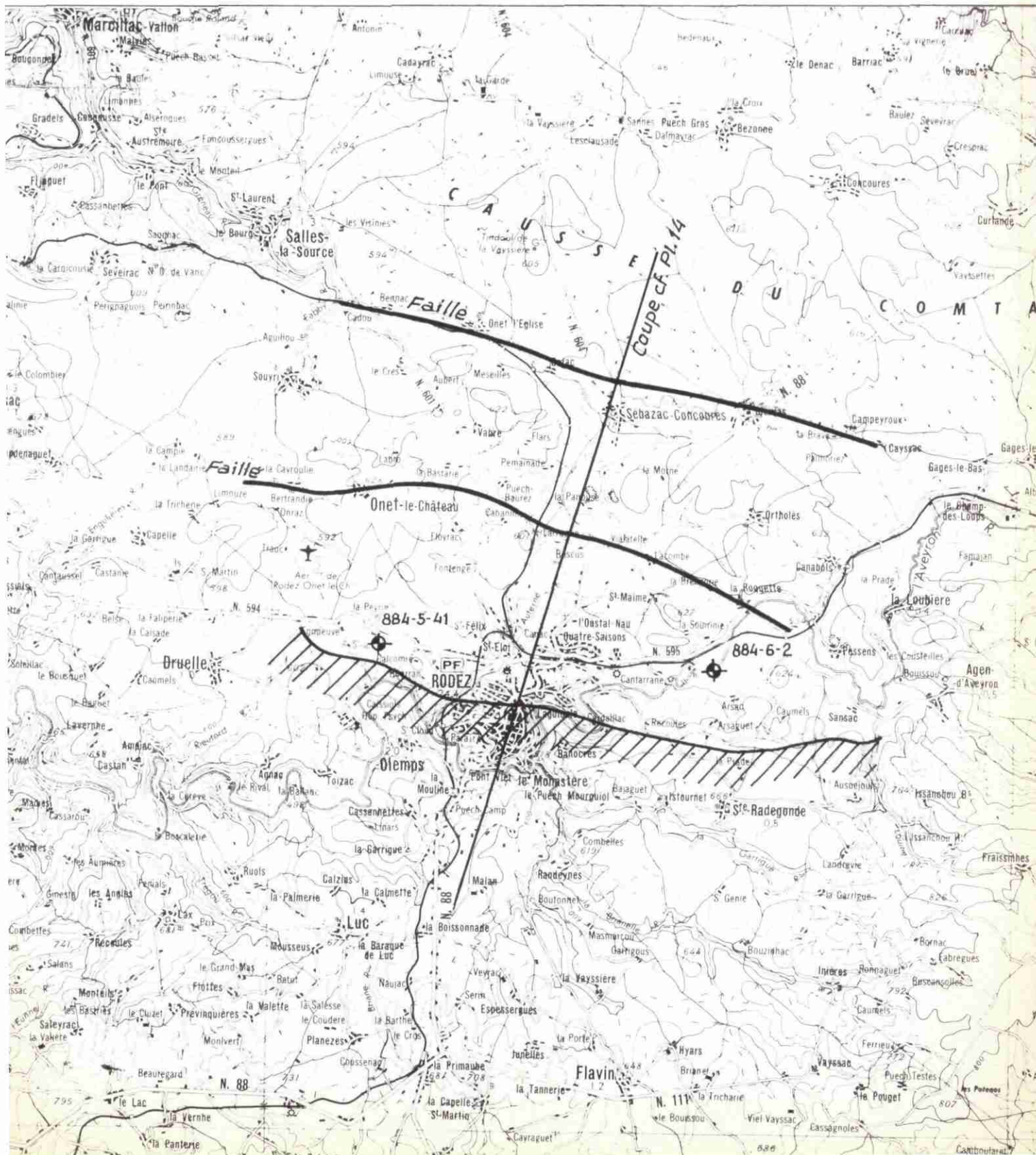
En tout état de cause, des études préalables (géophysique, sondages) devraient être envisagées.

RODEZ (12)

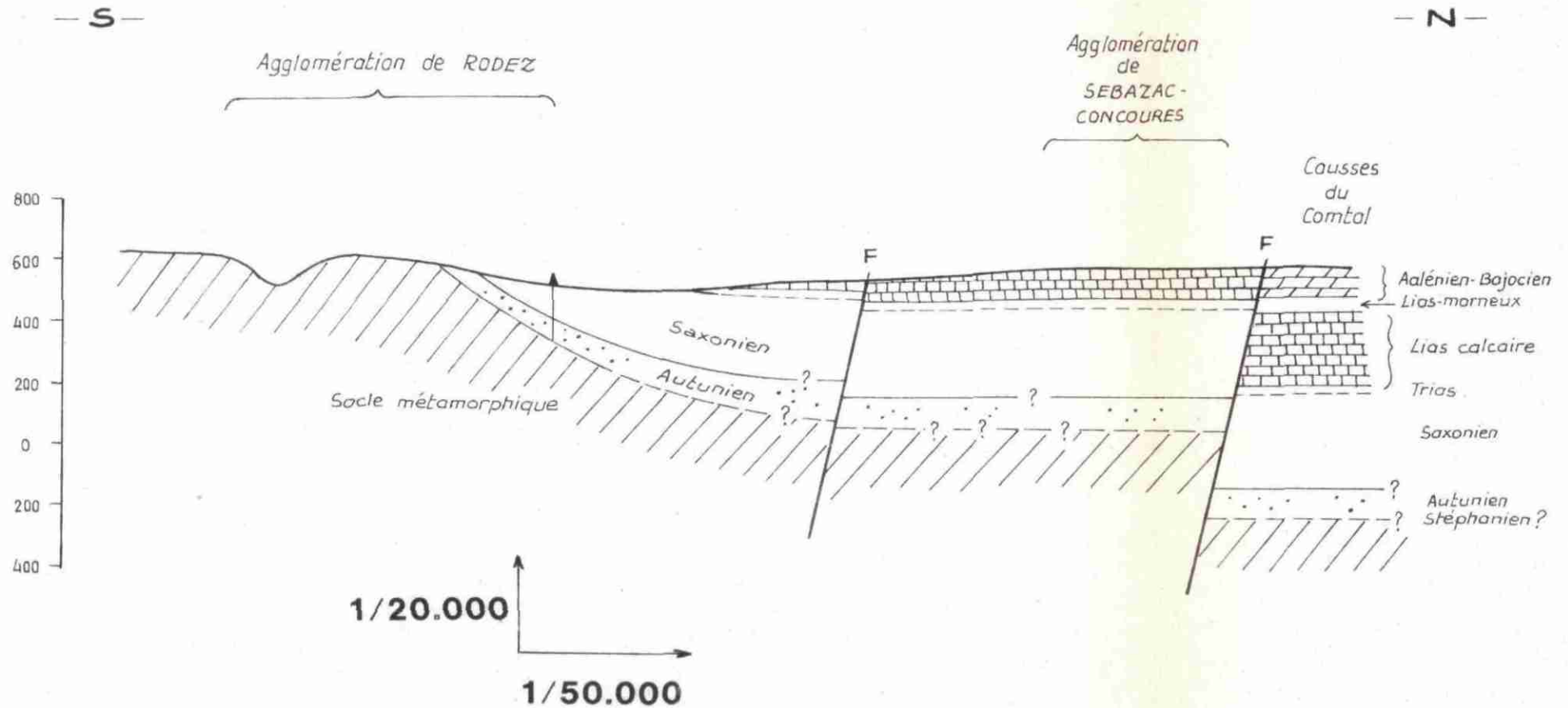
1/100.000

 Sandage

 Limite septentrionale des affleurements du socle cristallin



COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE à l'APLOMB de RODEZ (12)



MILLAU (12)

1 - ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE (cf. planche 15)

● L'agglomération de Millau, située à la confluence des vallées encaissées du Tarn et de la Dourbie est encadrée respectivement vers le Sud et l'Est par les entablements des Causses du Larzac et du Causse Noir qui de bas en haut, sur 400 m de dénivelée, représentent les séries liasiques et jurassiques comprenant :

- une série inférieure calcaire du Lias inférieur
- une série intermédiaire marneuse du Lias moyen et supérieur
- une série supérieure calcaire du Dogger au Jurassique supérieur.

Ces séries sont affectées par des décrochements plus ou moins importants reprenant les déformations du substratum. Vers l'Ouest et le Nord les séries du Lias, qui affleurent seules sur 10 km, constituent la couverture du Massif cristallin du Lèvezou. A hauteur de Millau toutes les séries considérées du Secondaire présentent un léger pendage vers l'Est de l'ordre de 5°.

● L'agglomération de Millau proprement dite concerne sous les placages alluviaux du Tarn et de la Dourbie, les séries du Lias inférieur calcaire appartenant au Lotharingien. Cet étage ne serait entaillé que sur une dizaine de mètres et ses limites supérieures, avec le Lias marneux, ont été figurées sur la planche 15.

● A l'aplomb du Lotharingien, la connaissance en profondeur des séries liasiques et triasiques peut être extrapolée des coupes de 4 sondages de recherche minière réalisés à 5 km au Nord-Ouest: 909-6-1 à 4.

● Lias calcaréo-dolomitique (290 m environ d'épaisseur) comprenant :

- le Lotharingien 40 m
- le Sinémurien 50 m
- l'Hettangien 180 à 200 m

● Trias (130 à 160 m d'épaisseur) constitué essentiellement de grès fins à conglomératiques et d'argiles avec quelques passées dolomitiques.

Au droit de ces 4 sondages l'Autunien sous-jacent, reconnu sur 9 à 43 m seulement de profondeur, était formé d'argilites grises et de grès fins.

● Le Permo-Carbonifère a été traversé complètement encore plus à l'Ouest, à 10 km dans la vallée du Tarn, par les sondages de recherche minière 935-1-20 et 21 dont les coupes sont les suivantes:

	935-1-20	935-1-21
Cote sol	334,30	343,50
• Hettangien : (dolomie et argile)	0 à 9,6 m	0 à 6 m
• Rhétien et Trias (grès fins à conglomératiques, argiles et quelques horizons dolomitiques)	9,6 à 166,5 m	6 à 173 m
• Autunien (Alternance de grès fins et de pélites)	166,5 à 402 m (236 m)	173 à 496 m (323 m)
• Stéphanien (grès fins à conglomératiques essentiellement)	402 à 572 m (170 m)	496 à 811 m (315 m)
• Socle	572 à 584 m grès dolomitique	811 à 823 m (séricitoschistes)

Si le Secondaire est présent à l'aplomb de Millau jusqu'à la base du Trias (profondeur de l'ordre de 460 m) et offre une puissance homogène (cf. coupe planche 16), on ne peut par contre préjuger au-delà de l'existence des séries permo-carbonifères (Autunien et Stéphaniens) et a fortiori de leur épaisseur et de la nature du socle qui apparaissent variables dans les deux sondages sus-cités. Ces séries se présentent en effet sous la couverture secondaire des Causses en bandes plus ou moins larges et épaisses (orientées sensiblement est-ouest). Une telle dépression est ainsi connue plus au Nord, à une quinzaine de km, au-delà de Verrières par une campagne de sondages de recherche minière (cf. planche 15).

	909 2-17	909 2-18	909 3-58	909 3-59	909 3-63	909 3-64	909 3-65
Hettangien	0-93 m	0-62 m		0-48 m	0 - 55m	0-221m	0-65 m
Trias	93-201m	62 -144m	0 -99m	48-133 m	55 -186m	-	65-148m
Autunien	201-299	-	99 -150m	133-183 m	186-672m	221-333m	148-410m
Stéphaniens	-	-	-	-	672-750m	333-574m	410-483m
Socle	gneiss	gneiss	gneiss	sérici- toschiste	?	gneiss	gneiss

2 - RESERVOIRS

2.1 - Hydrogéologie

● Parmi les séries géologiques susceptibles d'exister à l'aplomb de Millau, les formations pouvant constituer un réservoir sont les suivantes

. Lias inférieur calcaire de 0 à 300 m environ de profondeur. Un tel milieu à perméabilité de fissures éventuellement agrandies par karstification est susceptible de permettre des circulations aquifères. Le Tarn et la Dourbie recoupant cette formation, constituent vraisemblablement

Le niveau de base du karst noyé.

La répartition dans la masse de ces zones de circulations préférentielles n'étant pas homogène, l'exploitation d'un tel réservoir, par ailleurs peu profond et en communication avec les eaux superficielles des rivières présente des aléas :

- la productivité d'un ouvrage de captage reste subordonnée à la rencontre de ces zones fissurées et karstifiées.

- la température des eaux pourrait s'avérer variable par mélange ou non avec les eaux superficielles.

Ainsi, peu avant la confluence de la Dourbie avec le Tarn le forage 909-7-68, profond de 59 m, a mis en évidence à 54 m une venue d'eau artésienne (1,3 kg/cm² en tête d'ouvrage) dont le débit aurait atteint 45 m³/h. L'eau de faciès sulfaté calcique (salinité totale de 3 g/l) à une température de 22° C. Toutes ces caractéristiques impliquent une origine relativement profonde (300 m) en liaison vraisemblablement avec une faille masquée par les éboulis et alluvions.

. Trias de 300 à 460 m environ de profondeur

Constitué essentiellement par une alternance de grès et d'argiles, seul le tiers inférieur pourrait s'avérer aquifère. Les grès s'y présentent en effet en bancs plus massifs, souvent grossiers et conglomératiques peu cimentés : le milieu serait caractérisé par une perméabilité d'interstices.

On ne dispose que de quelques indications sommaires sur les possibilités offertes par cet étage :

- le sondage 935-6-1 réalisé en 1924 dans la vallée du Cernon à 12 km au Sud-Ouest, pour lequel on signale des venues d'eau vers 130 m et 270 m dans les alternances de grès et marnes bigarrées du Trias.

- le sondage 903-5-58 cité plus haut au Nord de Millau, avec une venue de 56 m dans le grès triasiques : 13°c et débit de 3,6 m³/h.

- le sondage 909-3-63 proche du précédent avec l'indication d'une venue à 101 m dans les grès triasiques.

. Autunien-Stéphanien théoriquement au-delà de 460 m de profondeur

Constitués d'une alternance de pélites et de grès fins à conglomératiques surtout abondants à la base, les données hydrogéologiques fournies par les sondages sont les suivantes:

- 935-1-20 : Une venue d'eau artésienne a été notée à 199,5 m de profondeur (Autunien) dans des grès fins très compacts, fissurés. La température de l'eau atteint 26° C et le débit de jaillissement après équipement sommaire était de 8 m³/h.
- 935-1-21 : Des venues d'eau artésiennes étaient notées successivement à 249 m (grès fins de l'Autunien), 496 m (grès grossiers compacts, conglomératiques et fissurés du Stéphanien) ainsi qu'à 579 m (grès fins à moyens fissurés du Stéphanien). Equipé très sommairement en surface, l'ouvrage fournit avec un débit de 7,5 m³/h une eau à 25 °C. La pression d'artésianisme est de 7,5 kg/cm².

Un autre ouvrage (935-1-23) implanté à proximité des précédents, directement sur un affleurement d'Autunien, s'est montré légèrement artésien. On ne dispose d'aucune autre information détaillée notamment sur la profondeur de la venue d'eau.

Dans les sondages effectués au Nord de Verrières les indications hydrogéologiques suivantes avaient également été données :

- 909-5-58 : Venues d'eau artésiennes à respectivement 56 m (grès triasiques, cités précédemment), à 285 m (grès fins fissurés de l'Autunien, 21° C) et à 510 m (conglomérat de base : 33° C, 30 m³/h et 4,5 kg/cm² de pression en tête).
- 909-5-59 : faible venue d'eau artésienne (12° C) sans indication de profondeur (Autunien, Trias ou Hettan-gien)

909-3-63

: Venues d'eau artésiennes à 101 m (Trias, citée précédemment) et à 614 m (pélites fissurées de l'Autunien : 3 m³/h).

909-3-64 et 65, 909-2-17 : pertes du fluide de circulation dans le Stéphaniens ou l'Autunien.

● Toutes ces informations concernant le Permo-Carbonifère obtenues à partir d'ouvrages réalisés dans un but autre que la recherche d'eau doivent être examinées avec réserves. Elles résultent en effet d'observations "occasionnelles". On retiendra néanmoins que l'existence de ces venues sont liées essentiellement à des fissures, les horizons gréso-conglomératiques étant compacts et bien cimentés.

2.2 - Hydrochimie

● Parmi les ouvrages cités précédemment, six d'entre eux ont fait l'objet de prélèvements d'eau pour analyse. Ces prélèvements effectués en tête, en bénéficiant de l'artésianisme, peuvent toutefois concerner des mélanges d'eau issues d'aquifères superposés.

● Le tableau ci-dessous donne les résultats de ces analyses.

ETAGE	LIAS	TRIAS			AUTUNIEN				STEPHANIEN		?
	CALCAIRE										
N° ouvrage	909 7-68	909 3-58	909 3-63	909 3-58	909 3-63	909 3-58	935 1-20	935 1-21	935 1-21	935 1-21	909 3-59
Profondeur	69 m	56 m	101 m	285 m	614 m	511 m	199 m	249 m	496 m	579 m	?
pH	6,9	8,2	7,5	7,9	7,6	8,1		6,9	7,3	7,7	7,4
ρ ohm.cm	440	2434	2427	2458	1829	1311	155	247	187	191	2174
R. S. mg/l		305	253	307	365	684	4717	4154	5449	5383	308
Ca mg/l	455	42,4	32,6	36,4	24,4	15,8	380	260	396	400	43,2
Mg	84	43,6	41,3	37,0	17,3	4,9	66,4	66	80	73	37,5
Na	75	2,1	3,0	19,8	85,1	220	1000	816	1135	1090	2,0
K	7	2,8	2,9	2,7	8,9	5,6	19,1	8,3	14,3	13,2	1,3
CO ₃ H	141	351	305	339	357	522	210,5	299	204	201	311
Cl	73	3,8	3,1	4,8	8,2	15	376	159	241	234	3,2
SO ₄	2216	2	6	5	29	88	2600	2200	3200	3200	6
F		< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,56	6,6		0,34	0,94	1,10	1,1
Fe*	0,14	0,2	0,9	2	0,9	940	2,3	3,8	6,5	3,2	< 0,1
Mn	0,14	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,19	0,07		< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,04
Pb		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1				< 0,1
Zn	< 0,03	< 0,01	0,02	< 0,02	< 0,03	< 0,01	< 0,01	0,06	0,09	0,04	< 0,01

* Les teneurs en Fer sont données à titre indicatif; les échantillons n'ayant pas été effectués en milieu acide.

La répartition des faciès chimiques des eaux s'établit ainsi:

Lias calcaire ?

909-7-68 (69 m) : Sulfatée calcique , 3051 mg/l de salinité totale

Trias

909-3-58 (56 m) : bicarbonatée magnésienne, 305 mg/l de résidu sec

909-3-63 (101 m) : bicarbonatée magnésienne, 253 mg/l de résidu sec

Autunien

909-3-58 (285 m) : bicarbonatée magnésienne, 307 mg/l de résidu sec

909-3-63 (614m) : bicarbonatée sodique , 365 mg/l de résidu sec

909-3-58 (511m) : bicarbonaté sodique , 684 mg/l de résidu sec

935-1-20 (199 m) : sulfatée sodique , 4717 mg/l de résidu sec

935-1-21 (249 m) : sulfatée sodique , 4154 mg/l de résidu sec

Stéphanien

935-1-21 (496 m) : sulfatée sodique , 5449 mg/l de résidu sec

935-1-21 (579 m) : sulfatée sodique , 5383 mg/l de résidu sec

En ce qui concerne le 909-3-59 pour lequel la profondeur de la venue n'est pas connue, le faciès est bicarbonaté magnésien et la quantité d'extrait sec atteint 308 mg/l

● On constate que l'hydrochimie évolue globalement d'une part avec la profondeur des réservoirs, d'autre part avec leur ancienneté de l'Hettangien au Stéphanien. L'eau peu minéralisée de faciès bicarbonaté magnésien existe dans le Trias et l'Autunien. Au-delà, elle évolue vers des faciès bicarbonatés sodiques et sulfatés sodiques avec une salinité atteignant plus de 5 g/l (présence de gypse dans les fissures du Permo-Carbonifère.

La présence de gypse est connue dans le Trias : des eaux séléniteuses pourraient donc être localement observées telle celle du forage 909-7-68 (?).

2.3 - Température

● Les indications thermométriques sont les suivantes :

- 935-1-20 : . venue d'eau à 199,5 m de profondeur (?)
 . température de l'eau au jour 26°C
- 935-1-21 : . venues d'eau à 249, 496 et 579 m de profondeur
 . température de l'eau au jour 25°C
- 909-5-58 : . venues d'eau à 56 m : 13°C
 285 m : 21°C
 510 m : 33°C

● Les profondeurs pour lesquelles les venues d'eau sont indiquées étant approximatives, on n'envisage pas d'établir une relation température-profondeur. Sauf anomalie géothermique, il paraît étonnant en effet pour le sondage 935-1-20 d'obtenir une eau à 25°C issue seulement de 199,5 m de profondeur.

Pour l'ouvrage 909-7-68 fournissant une eau à 22°C captée à 54 m de profondeur, il paraît raisonnable par contre d'envisager des circulations rapides per ascensum dans un milieu calcaire très fissuré ayant atteint le Trias (?).

● En adoptant un gradient géothermique classique de 3°C/100 m et une température au sol de l'ordre de 12°C on obtiendrait

- au toit du Trias, vers 300 m de profondeur : 21°C
- au mur du Trias, vers 460 m de profondeur : 26°C

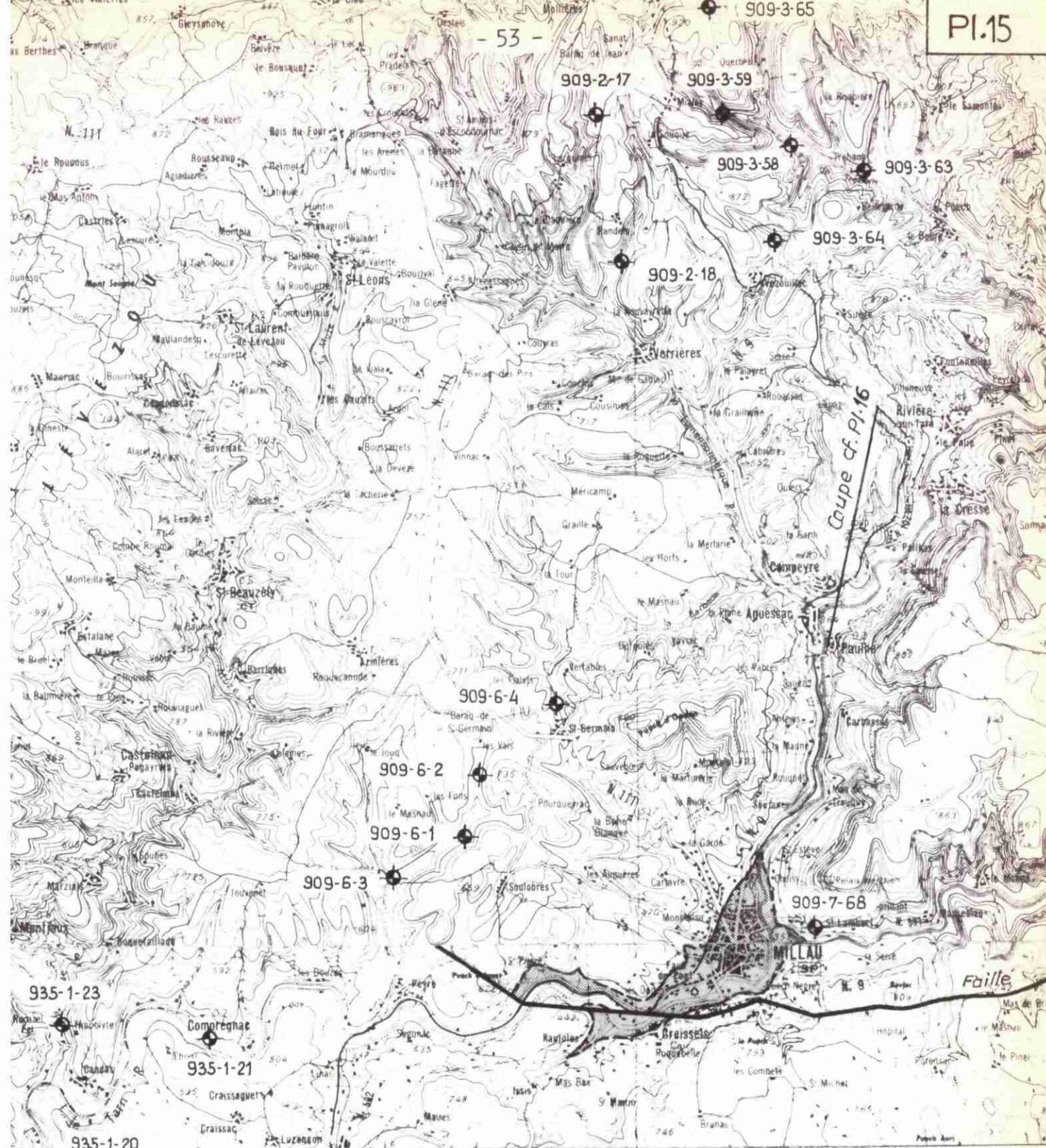
3 - CONCLUSION

● Les sondages effectués aux environs de Millau montrent qu'il existe des réservoirs profonds potentiels depuis le Lias calcaire en affleurement jusqu'au Trias et au Permo-Carbonifère. Compte

tenu toutefois de la tectonique anté-triasique, on ne peut préjuger de l'existence du Permo-Carbonifère, au-delà de 460 m environ de profondeur, à l'aplomb même de Millau.

- Dans l'affirmative, indépendamment de la mise en évidence de ces séries ainsi que de leur profondeur et extension, il est difficile d'en apprécier les caractéristiques hydrauliques. La teneur en sels de leurs eaux pourraient être de l'ordre de 5 g/l.

- Le recours préalable à des travaux de reconnaissance par géophysique et sondage s'avère donc nécessaire pour tout projet géothermique.



MILLAU (12)

1 / 100.000

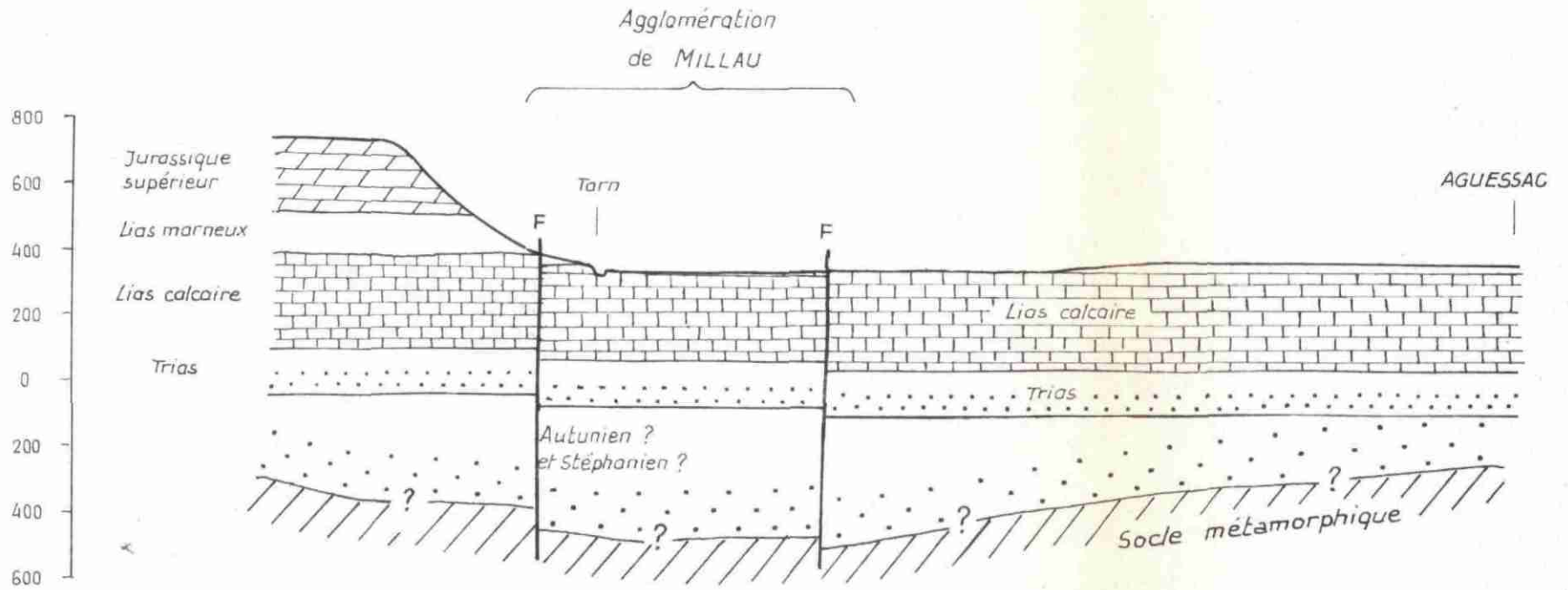


Sondage de reconnaissance

Limite d'affleurement du Sinémurien
(Lias calcaire) sous le Lias marneux

COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE le LONG du TARN PASSANT PAR MILLAU

1/20.000
1/50.000



SAINT-AFFRIQUE (11)

1 - ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE (cf. planche 17)

● L'agglomération de Saint-Affrique, dans la plaine alluviale du Dourdou intéresse au pied occidental des escarpements de calcaires du Lias inférieur et de leur soubassement marno-gréseux du Trias, les formations caractéristiques du Permien. Il s'agit en effet d'une succession monotone d'argilites et grès de couleur rouge lie-de-vin, dont les affleurements s'étendent sur plus d'une quinzaine de km vers l'Ouest.

● L'épaisseur et la structure de ces séries monotones n'est pas connue, seuls quelques sondages ayant été effectués pour la recherche minière dans cette zone.

L'inventaire des sondages de recherche minière environnant la présente zone, en plus de ceux déjà mentionnés aux abords de Millau (935-1-20, 21 et 23) à une dizaine de km au Nord, est le suivant :

- 934-8-7 à 7 km à l'Ouest Nord Ouest et profond de 905 m : sous le Permien (Autunien) constitué d'une alternance de grès et pélites, le socle (?) atteint à 896 m serait également schisto-gréseux.
- 934-7-3 à 15 km à l'Ouest, profond de 390 m. Sous le Permien (Autunien) de faciès identique au précédent, le socle (?) schisteux a été atteint à 378 m.
- 961-2-8 à 13 km au Sud Est, profond de 608 m : sous l'Autunien constitué d'une alternance de pélites et de grès jusqu'à 550 m, grésoconglomératique dominant au-delà, le socle cambrien (dolomies du Géorgien) a été atteint à 601 m.

● En dessous des affleurements des séries permiennes qui peuvent être rapportées au Saxonien, la présence d'Autunien et de Stéphanien ainsi que la nature du socle ne sont pas précisément reconnues. De façon analogue à l'agglomération de Millau on peut envisager l'existence d'un bassin permo-carbonifère mais il s'agit d'une hypothèse qui reste à vérifier.

La même incertitude existe en ce qui concerne les séries du socle. On remarquera toutefois que le sondage 961-2-8 a trouvé des dolomies du Georgien (Cambrien).

2 - RESERVOIRS

La méconnaissance des données profondes ne permet pas d'émettre des hypothèses relatives à la présence éventuelle de réservoirs aquifères dans le Permien et/ou le Carbonifère à l'aplomb de St-Affrique. Dans l'affirmative, ces possibilités devraient être analogues à celles déjà examinées dans la zone de Millau.

On retiendra la présence dans le socle des dolomies du Georgien qui peuvent constituer un bon réservoir.

3 - CONCLUSION

- La zone de St-Affrique est très mal connue en profondeur.

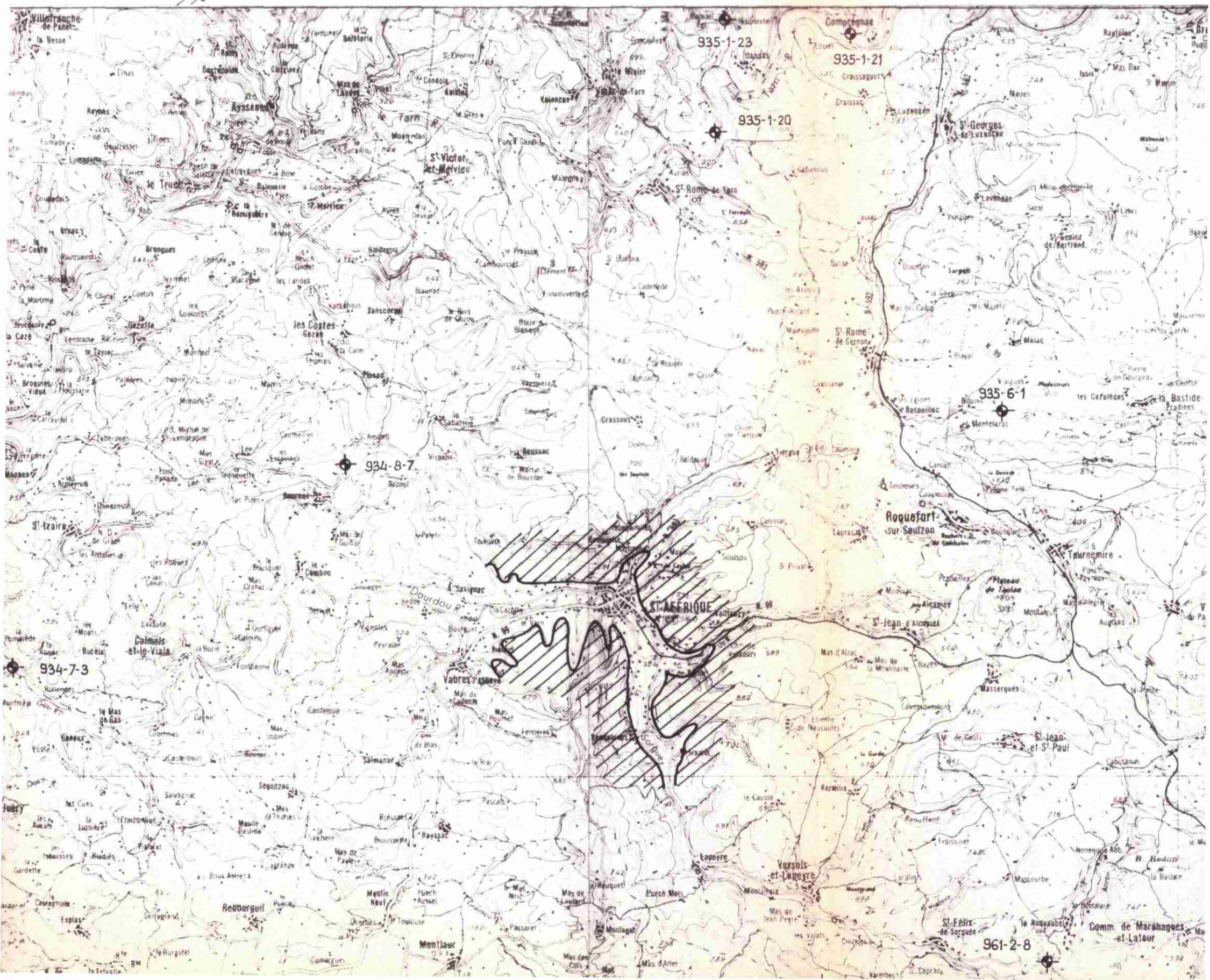
- Le recours à des travaux de reconnaissance (géophysique et sondages) est indispensable.

ST AFFRIQUE (12)

1/100.000

⊕ Sondage de reconnaissance

▨ Limite d'affleurement du Trias sur le Permien



CONCLUSIONS RELATIVES AUX POSSIBILITES GEOTHERMIQUES

A l'issue de l'examen des possibilités géothermiques à l'aplomb des neuf agglomérations retenues, on retiendra que seul, et au mieux, l'aspect qualitatif a pu être abordé à l'exclusion pratiquement de toute donnée exacte sur la géologie et les caractéristiques des éventuels réservoirs potentiels.

Dans tous les cas, il sera nécessaire d'envisager des travaux de recherches complémentaires. En effet, à la différence de l'ensemble du Bassin Aquitain étudié précédemment, il s'agit de zones géologiquement complexes n'ayant peu ou pas fait l'objet de recherches de réservoirs notamment d'hydrocarbures. Les retombées d'ordre géologique, éventuellement hydrogéologique, résultant des travaux de recherche minière dans le Massif Central restent incomplètes pour le problème étudié.

La synthèse des connaissances concernant les neuf agglomérations est la suivante :

■ Avant-pays pyrénéen caractérisé par des séries géologiques chevauchantes

● Saint-Gaudens (31)

- Réservoir carbonaté possible dans les formations primaires de l'unité chevauchante.

- Extension à préciser ainsi que la profondeur :
1500 à 2000 m ?

- Caractéristiques hydrauliques variables.

- Eau salée (60 à 160 g/l de salinité) associée
à du gaz combustible.

● Montréjeau (31)

- Données inexistantes

- Analogue à Saint-Gaudens ?

● Lannemezan (65)

- Réservoir carbonaté du Jurassique supérieur et du Crétacé moyen de l'unité autochtone

- profondeur de l'ordre de 6 000 m

- Caractéristiques hydrauliques médiocres

- Réservoir de gaz combustible associé à de l'eau salée (169 à 220 g/l de salinité).

● Lourdes (65)

- Données inexistantes

- Présence possible de réservoirs du Jurassique supérieur et du Crétacé moyen dont l'extension et la profondeur restent à déterminer.

■ Nord Pyrénées caractérisé par des séries géologiques plissées, le choix de l'emplacement de captage éventuel étant prédominant afin de bénéficier de conditions favorables notamment pour la profondeur des réservoirs.

● Foix (09)

- Réservoir carbonaté notamment du Jurassique supérieur à l'Urgonien

- En affleurement à l'aplomb de Foix, il s'enfonce plus au Nord, à hauteur de Vernajouls : profondeur indéterminée

- Caractéristiques a priori variables

- Eau risquant d'être salée.

● Saint-Girons (09)

- Réservoir carbonaté du Jurassique supérieur et de l'Urgonien, éventuellement de façon localisée du Primaire.

- En affleurement à l'aplomb de Saint-Girons, il s'enfonce au Nord sous la plaine de Lorp : profondeur indéterminée.

■ Massif Central en s'adressant uniquement à la couverture sédimentaire du socle cristallin ou métamorphique, constitué par des formations du Secondaire pratiquement tabulaires et par celles du Permo-Carbonifère (Autunien et Stéphaniens) dont l'extension et l'épaisseur sont variables.

● Rodez (12)

- Réservoirs possibles sur la bordure nord seulement de l'agglomération dans le Lias inférieur calcaire, l'Autunien schisto-gréseux et peut être le Stéphaniens conglomératique.

- Par suite de l'approfondissement en "marches d'escalier" de ces formations, on envisage pour le Lias Calcaire une profondeur de 150-200 m à hauteur de Sébazac-Concourès à 7 km au Nord de Rodez et pour l'Autunien un enfoncement de 100 à 800 m(?).

- Caractéristiques hydrauliques inconnues, vraisemblablement liées à des fissures.

- Qualité de l'eau également inconnue.

● Millau (12)

- Réservoirs possibles, superposés depuis la surface du sol depuis le Lias calcaire (300 m d'épaisseur), le Trias argilo-gréseux (150 m d'épaisseur) et éventuellement l'Autunien et le Stéphaniens (pélites et grès) d'épaisseur variable (600 m ?) qui ont été reconnues à proximité et pourraient exister à l'aplomb.

- Caractéristiques hydrauliques indéterminées avec une perméabilité de fissures dans le Lias et le Permo-Carbonifère et d'interstices dans le Trias gréso-conglomératique.

- Hydrochimie variable : eau sulfatée ou bicarbonatée de 0,3 à 5,4 g/l de salinité.

● Saint-Affrique (12)

- Données profondes inexistantes

- Seul l'Autunien, éventuellement le Stéphaniens s'il était présent pourraient permettre des circulations aquifères.

Dans le socle cambrien, les dolomies du Georgien reconnues à proximité pourraient également constituer un réservoir.



Quels que soient les sites retenus, des travaux de reconnaissance préalable seront indispensables. Il conviendra :

- d'une part de préciser par étude géophysique les structures géologiques et de s'assurer de la présence des formations susceptibles de constituer un réservoir.

- d'autre part de reconnaître par sondage préalable les caractéristiques géométriques, hydrauliques, géothermiques et hydrochimiques de ces réservoirs.

En ce qui concerne plus particulièrement les caractéristiques géothermiques, on retiendra en effet les possibilités d'anomalies "positives" ou "négatives" dans toutes ces zones présentant des structures géologiques complexes :

- la proximité des affleurements, notamment de nature calcaire, qui constituent les zones d'alimentation peut par suite de circulations rapides permettre des anomalies "négatives". C'est notamment le cas du forage de Lavelanet (1076-5-112) qui capte à 485 m de profondeur dans les calcaires thanétiens une eau à 20°C. En adoptant une température moyenne au sol de 12°C le gradient géothermique ne serait que de $20-12/485 \text{ m} = 1,6^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ soit la moitié de celui ordinairement admis. Une telle anomalie peut être expliquée par la proximité des affleurements thanétiens à 1-1,5 km de distance. Cela pourrait être le cas de Foix, Millau, Saint-Girons, Rodez....

- la présence de failles ou de couches redressées permettant des remontées rapides depuis une certaine profondeur, peut inversement donner des émergences d'eau plus ou moins chaude. On peut citer le cas

du forage 909-7-68 près de Millau, qui capte à 54 m seulement de profondeur une eau dont la température est de 22°C. De telles anomalies "positives" ont été signalées notamment près de Saint-Girons avec les émergences naturelles d'eau à 17-20°C à Audinac, Seix et Soulan. C'est plus généralement le cas de toutes les sources "thermo-minérales".

2-1 - EXAMEN DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES

GENERALITES

Les besoins énergétiques adaptés aux ressources géothermiques que nous venons de décrire devront autoriser l'utilisation de calories à faible niveau de température comportant éventuellement l'utilisation de pompes à chaleur.

Les consommations d'énergie devront être par ailleurs suffisamment élevées pour justifier un investissement important (forage précédé dans certains cas d'études et de sondages de reconnaissance, réseau de surface, adaptation des installations actuelles voire installations de pompes à chaleur), investissement qui devra être rentabilisé par les économies d'énergie réalisées.

Il sera nécessaire de trouver un maître d'ouvrage qui ait la possibilité financière de supporter un tel investissement (malgré les aides nombreuses, un effort budgétaire sera nécessaire au moment de l'opération qui comporte une part de risque).

Les besoins énergétiques sont essentiellement constitués par le chauffage de locaux d'habitations ou de constructions publiques et équipements divers et, pour une moindre part, par les consommations d'industries classiques.

Le recensement des besoins a été réalisé à partir d'un questionnaire qui a été adressé aux administrations, et organismes suivants :

- . Direction Interdépartementale de l'Industrie Midi-Pyrénées
- . Agence Française pour la maîtrise de l'énergie (Délégation régionale)
- . Délégation à l'aménagement du territoire et à l'action régionale
- . Direction régionale de l'Équipement Midi-Pyrénées
- . Direction régionale de l'Agriculture Midi-Pyrénées
- . Service régional d'Aménagement des eaux Midi-Pyrénées
- . Directions départementales de l'Équipement Midi-Pyrénées
- . Directions départementales de l'Agriculture Midi-Pyrénées
- . Offices publics départementaux d'H.L.M. de l'Aveyron, de l'Ariège, de la Haute-Garonne et des Hautes-Pyrénées
- . Mairies.

Lorsque ces questionnaires n'ont pas donné les réponses attendues, des rencontres avec les intéressés ont été organisées dans le souci de les sensibiliser à cette forme d'énergie et, le cas échéant, de vérifier que leurs besoins n'étaient pas adaptés à la géothermie.

Ce premier inventaire a ensuite été complété grâce aux informations recueillies auprès du Rectorat (Collèges et Lycées de l'Enseignement public), du Ministère de la Santé et de la Sécurité Sociale (hôpitaux)

Ces inventaires sont présentés sous forme de fiches annexées.

Ces utilisateurs potentiels ont ensuite été reportés pour chacune des agglomérations sur une carte à 1/25 000, ce qui a permis de sélectionner des "îlots" correspondant à des concentrations de besoins a priori suffisantes pour envisager éventuellement, compte tenu de leurs spécificités propres (combustibles utilisés, niveaux de température, régulation, etc...) une application de la géothermie.

SAINT-GAUDENS

(CF. PLANCHE 18 ET ANNEXE 1)

Population légale 1982 : 12 225 habitants (12 943 en 1975)

Nombre de logement : 5 039 en 1982

Chef lieu d'arrondissement de la Haute Garonne, sur la Garonne, la ville de St-Gaudens est située au Sud-Ouest du département.

Mis à part sa fonction administrative, l'activité essentielle de St-Gaudens est l'industrie du bois (Cellulose d'Aquitaine) Elle est desservie par la route nationale n° 117 de Toulouse à Tarbes, la route départementale n° 5 de Lombez à Aspet; elle est également desservie par la ligne ferroviaire de Toulouse à Hendaye.

L'expansion démographique est en légère diminution.

URBANISATION

L'extension de l'urbanisation relativement stabilisée à St-Gaudens s'est principalement effectuée à sa périphérie par la construction durant les dernières décennies de lotissements pavillonnaires individuels qui avec neuf grands immeubles collectifs ont donné à la ville plus de 800 logement nouveaux. Il peut être cité un groupe de 2 immeubles collectifs gérés par l'OPHLM départemental au Nord de la ville : HLM de l'Isle de 16 logements équipés de chaufferies collectives 1 au gaz naturel 1 au fuel domestique avec distribution de chaleur dans les appartements par radiateurs.

ENSEMBLES TERTIAIRES

Mis à part les équipements sociaux sportifs culturels liés à l'urbanisation de la ville nous citerons :

Le C.E.S. équipé de 2 chaufferies utilisant le fuel domestique comme énergie et distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs.

Le Collège D. DAURAT : caractéristiques thermiques : 4 chaufferies alimentées au gaz naturel et distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs
Production d'eau chaude sanitaire.

Le Lycée Bagatelle : caractéristiques thermiques : 3 chaufferies alimentées au fuel domestique et distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs.

Le L.E.P. de l'Isle : caractéristiques thermiques : 3 chaufferies alimentées au fuel domestique et distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs.

Le Centre Hospitalier : 272 lits et 2 logements de fonction : caractéristiques thermiques : 3 chaufferies alimentées au gaz naturel, distribution de chaleur par radiateurs et production d'eau chaude sanitaire.

Il convient également de citer la construction en cours d'un centre de paiement de la Sécurité Sociale à proximité du centre hospitalier.

EQUIPEMENTS INDUSTRIELS

- Usine de la Cellulose d'Aquitaine

EQUIPEMENTS AGRICOLES

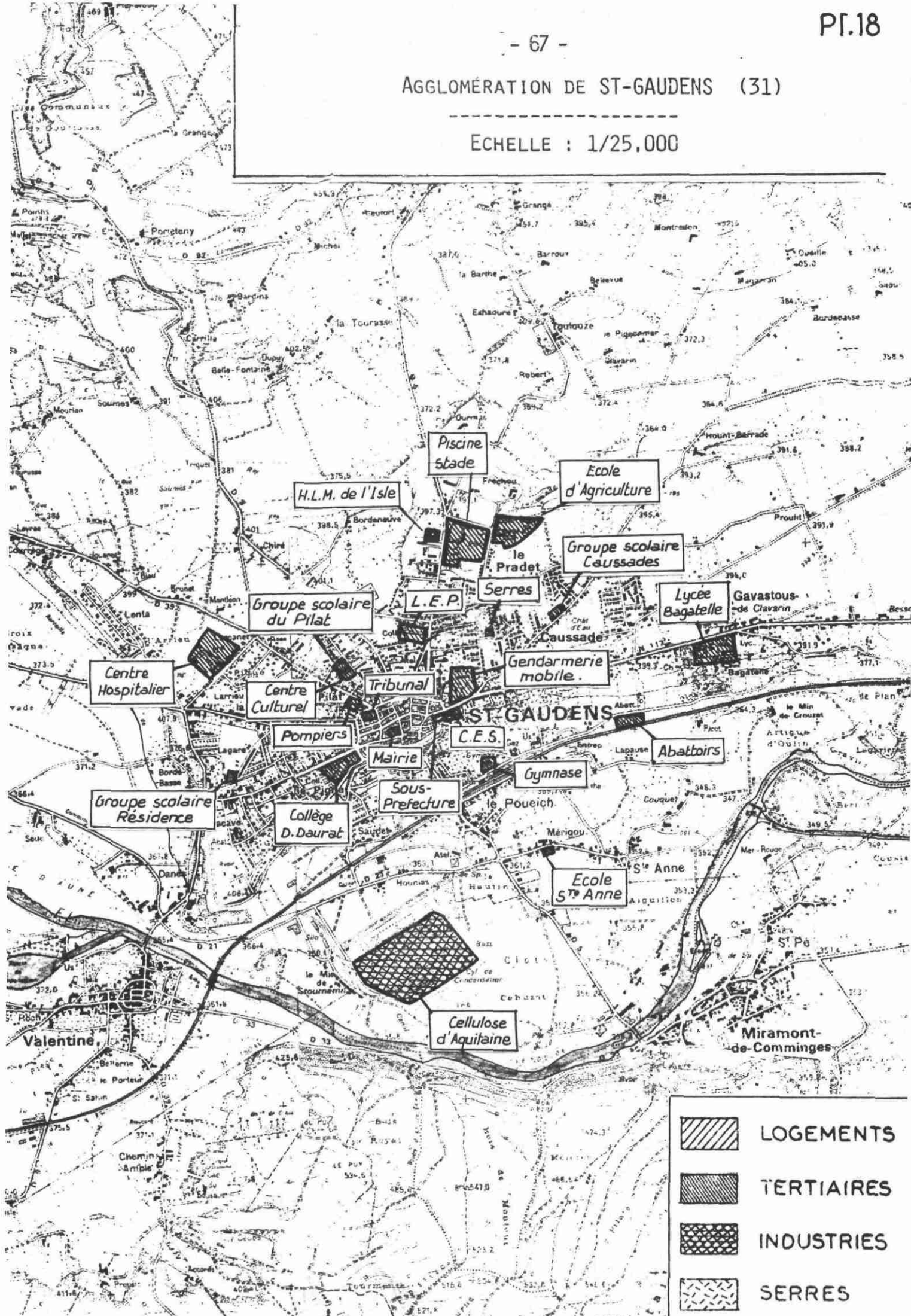
- Abattoirs de St-Gaudens
- Serres municipales.

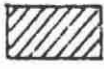



CONCLUSIONS

L'inventaire des besoins de chaleur en surface pourrait permettre d'envisager un recours à la géothermie. En plus des utilisations éventuelles énumérées ci-dessus on peut citer la possibilité de chauffage des serres de pépinières destinées à la production de plants d'eucalyptus. Ce projet s'inscrirait dans le cadre d'un programme de développement de plantations d'eucalyptus en vue d'accroître la ressource en bois de trituration pour alimenter l'usine de la Cellulose.

AGGLOMÉRATION DE ST-GAUDENS (31)

Echelle : 1/25,000



-  LOGEMENTS
-  TERTIAIRES
-  INDUSTRIES
-  SERRES

MONTREJEAU

(CF. PLANCHE 19 ANNEXE 2)

Population légale 1982 : 3 233 habitants (3 750 en 1975)

Nombre de logements : 1429 en 1982.

Chef lieu de canton de la Haute-Garonne la ville de Montréjeau est située au Sud-Ouest du département, en rive gauche de la Garonne. Elle forme, avec Gourdan-Polignan commune mitoyenne située en rive droite de la Garonne un ensemble aggloméré de 4 971 habitants

Elle est desservie par la route nationale n° 117 de Toulouse à Bayonne, par la route nationale 633 vers Boulogne sur Gesse et par la route nationale n° 125 vers l'Espagne. Elle est également desservie par la ligne ferroviaire de Toulouse à Hendaye.

L'expansion démographique de la ville de Montréjeau est en légère diminution, et l'extension de l'urbanisation réalisée durant la dernière décennie est actuellement stabilisée.

LOGEMENTS

H.L.M. LANEFREDE : 83 logements

Caractéristiques thermiques : générateurs individuels utilisant le fuel comme énergie et distribution d'air chaud dans les logements (l'Office public de H.L.M. envisage l'installation prochaine de chaudière individuelle mixte à gaz dans chaque logement).

ENSEMBLES TERTIAIRES

Scolaires : Collège Lanefrède : 5 043 m²

Caractéristiques thermiques : 2 chaufferies utilisant le fuel domestique comme énergie et distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs.

Il peut également être cité , les locaux répertoriés en annexe

2 dont la gestion est assurée par la commune de Montréjeau.

EQUIPEMENT INDUSTRIELS

- Laboratoire d'esthétique
- Usine France Industrie

Il convient également de citer les ensembles de surface existants sur la commune de Gourdan-Polignan dont les caractéristiques de chauffage n'ont pas été vérifiées.

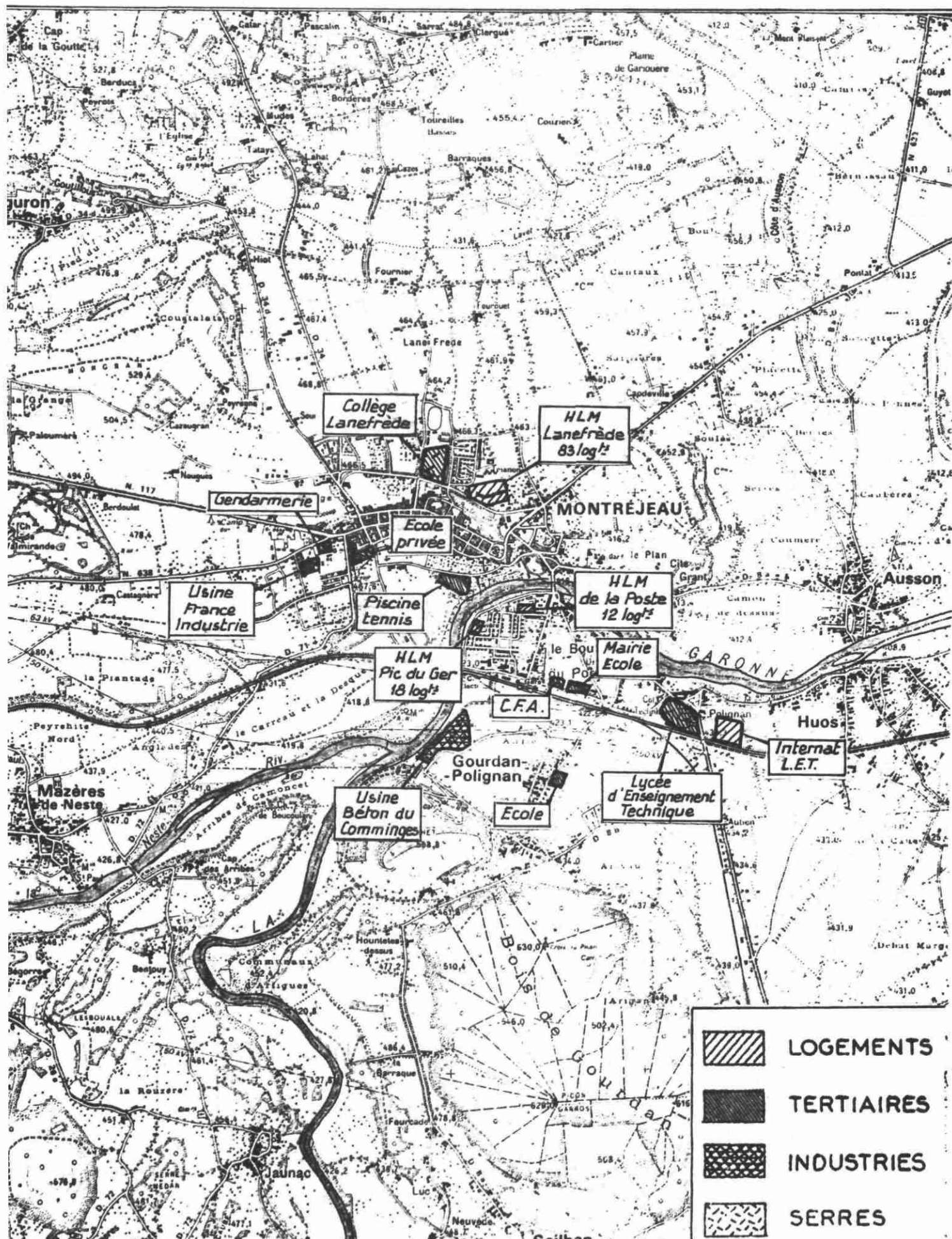
- HLM Pic du Ger : 18 logements - chauffage collectif
- HLM Rue de la Poste : 12 logements - chauffage collectif
- Lycée d'enseignement technique 800 élèves et construction en cours d'achèvement d'un internat de 400 élèves avec chauffage électrique par convecteur.
- Ecoles primaires : 160 élèves, 1 chaufferie au gaz et 1 chaufferie au fuel domestique.
- Centre de formation d'apprentissage intercommunal : chauffage au gaz.

CONCLUSIONS

Le recensement des besoins de chaleur en surface à Montréjeau ne permet pas d'envisager à l'heure actuelle une opération de géothermie.

AGGLOMÉRATION DE MONTREJEAU (31)

ECHELLE : 1/25 000



LANNEMEZAN

(CF. PLANCHE 20 ET ANNEXES 3)

Population légale 1982 : 7 403 habitants (8499 en 1975)

Nombre de logements : 2582

Chef lieu de canton des Hautes-Pyrénées, la ville de Lannemezan est située à l'Est du département sur le plateau de Lannemezan délimité par les vallées de l'Arros à l'Ouest et de La Neste à l'Est.

Point d'ancrage de nombreuses structures administratives et industrielles, la ville de Lannemezan est principalement desservie par la route nationale 117 de Toulouse à Bayonne et par la ligne ferroviaire de Toulouse à Hendaye.

L'expansion démographique de Lannemezan est en diminution, le fléchissement constaté témoigne de l'évasion vers les communes périphériques d'un certain nombre de familles.

URBANISME

L'extension de l'urbanisation s'est effectuée principalement par la réalisation de lotissement de pavillons individuels. Une politique de construction de logements collectifs locatifs est actuellement en cours d'achèvement.

LOGEMENTS

Au Nord

- Cité des Bans : 120 logements collectifs gérés par l'Office Public HLM avec chauffage individuel au gaz naturel et distribution de chaleur dans les appartements par radiateurs.
- Cité Les Moulins : 6 logements individuels groupés (OPHLM) avec chauffage électrique individuel (convecteurs).

A l'Est

● Résidence de la Baïse : logements collectifs avec chauffage individuel au gaz naturel.

Au Sud-Est

● Lotissement des Arribaous, la cité Gatave, la résidence du Pic du Midi : logements individuels avec chauffage individuel au gaz ou à l'électricité.

Au Sud Sud-Ouest

● Résidence Beau Soleil, du Lac, Lotissement du Gueressa : logements individuels avec chauffage individuel au gaz ou à l'électricité.

ENSEMBLES TERTIAIRES

Les tableaux en annexe donnent le recensement des équipements scolaires du primaire, sociaux ou sportifs dont dispose la ville de Lannemezan, équipés de chaufferie utilisant comme énergie le gaz, l'électricité ou le fuel parmi lesquels il peut être cité :

- Le gymnase : 1000 m²

Caractéristiques thermiques : 1 chaufferie alimentée au fuel domestique distribution de chaleur par aérotherme et production d'eau chaude sanitaire pour les douches.

- La piscine couverte : bassin de 25 mètres

Caractéristiques thermiques : 2 chaufferies alimentées au gaz naturel et distribution de chaleur par aérotherme. Production d'eau chaude sanitaire pour les douches.

- Centre hospitalier chirurgie maternité : 120 lits

Caractéristiques thermiques : 1 chaufferie alimentée au gaz naturel et distribution de chaleur par radiateurs, distribution d'eau chaude sanitaire.

- Centre psychiatrique La demi Lune : chaufferies (?) alimentées au gaz propane liquéfié.

- Collège de la cité scolaire : 813 élèves

Caractéristiques thermiques : 2 chaufferies alimentées au gaz naturel et distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs et production d'eau chaude sanitaire.

- Lycée Michelet : 306 élèves

Caractéristiques thermiques : 2 chaufferies alimentées au fuel domestique et 1 chaufferie alimentée au gaz naturel. Distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs.

EQUIPEMENTS INDUSTRIELS

- Zone artisanale du Guerissa : menuiserie, serrurerie, mécanique.

- Usine P.U.K. Aluminium Pechiney.

EQUIPEMENTS AGRICOLES

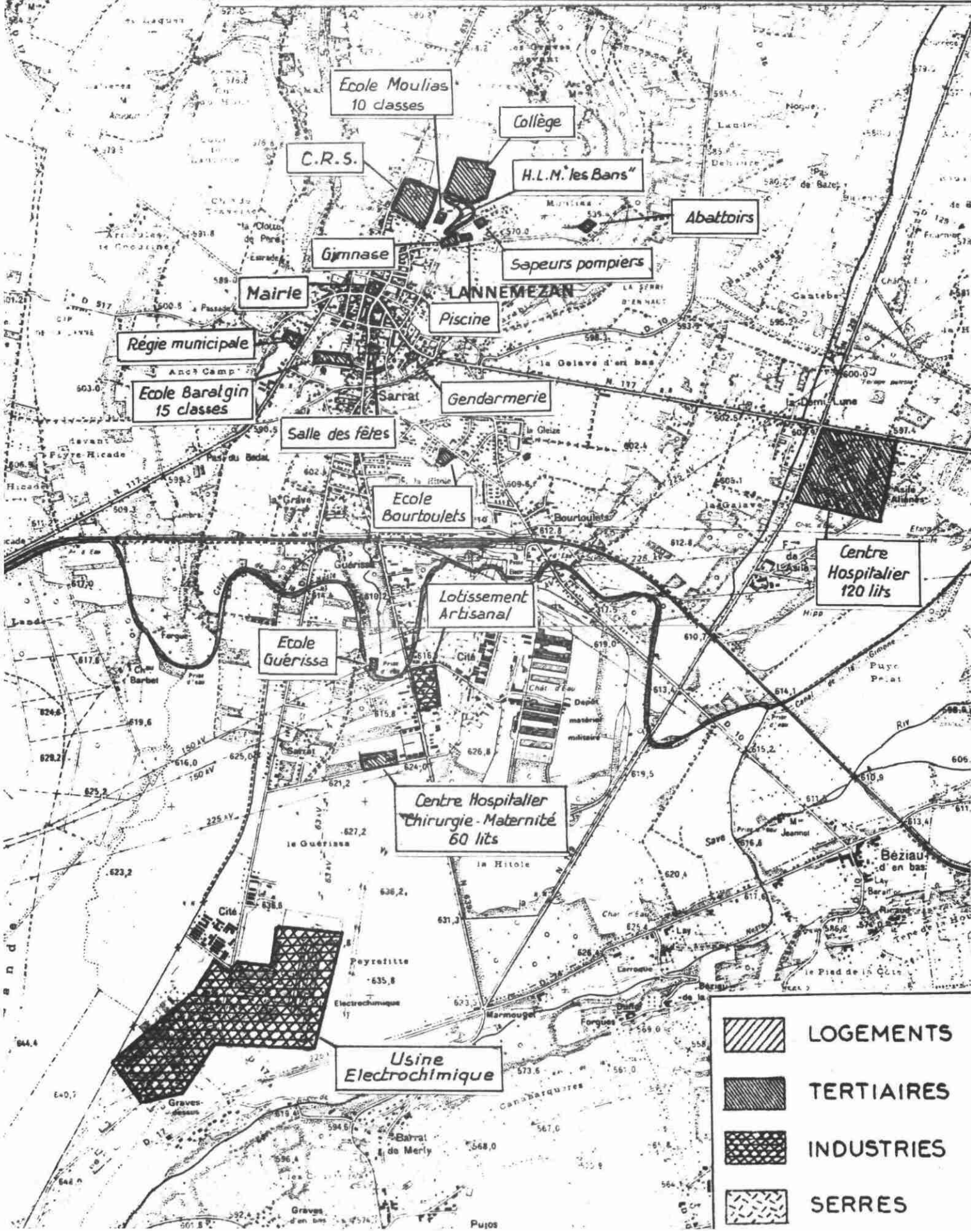
- Abattoirs


- Centre de Formation professionnelle agricole.

CONCLUSIONS

Compte tenu de la faible densité des besoins recensés tant sur le plan des logements collectifs que des divers équipements qui sont équipés, en grande partie, de chaufferies utilisant comme énergie le gaz naturel ou l'électricité, une opération n'est pas envisageable à LANNEMEZAN.

ECHELLE : 1/25.000



-  LOGEMENTS
-  TERTIAIRES
-  INDUSTRIES
-  SERRES

LOURDES

(CF. PLANCHE 21 - ANNEXE 4)

Population légale 1982 : 17 619 habitants (18 096 en 1975)

Nombre de logements : 7 045

Chef lieu de canton des Hautes Pyrénées situé à l'Ouest du département sur le gave de Pau aux pieds des Pyrénées, la ville de Lourdes est un centre important de pèlerinage (basilique 1876 - Basilique souterraine 1958).

Une des principales activités industrielles est la fabrication d'appareillage électrique.

Elle est desservie par la route nationale 21 de Paris via Tarbes vers le cirque de Gavarnie et par la route nationale 637 de Bagnères-de-Bigorre à Pau.

Elle est également desservie par la ligne ferroviaire de Toulouse à Hendaye.

La ville qui ne compte que 17 619 habitants est un des lieux le plus visité du monde (4 144 000 visiteurs en 1982) et tire la majeure partie de ses ressources de l'exploitation très poussée d'activités annexes, touristiques et commerciales. Elle a en particulier la plus forte densité hôtelière de France avec près de 400 hôtels et pensions de famille représentant une capacité d'accueil de 15 000 chambres (source : office de Tourisme de la ville de Lourdes). Le recensement de leurs besoins thermiques n'a pas été effectué.

L'expansion démographique est en légère diminution et l'extension de l'urbanisation est actuellement relativement stabilisée.

LOGEMENTS

Le patrimoine immobilier de l'O.P.H.L.M. départemental en immeubles collectifs est d'environ 1 050 logements presque exclusivement équipés de chauffage individuel utilisant le gaz ou l'électricité comme énergie. Seul l'ensemble collectif de 196 logements "la résidence OPHITE 196" (11 et 19 niveaux) disposent de 2 chaufferies collectives utilisant le gaz naturel comme énergie et distribution de chaleur dans les appartements par convecteurs.

ENSEMBLES TERTIAIRES

Parmi les équipements scolaires, sociaux, sportifs dont dispose la ville de Lourdes et rattachés à l'urbanisation il sera cité :

● Le collège-lycée St-Exupéry : caractéristiques thermiques : 9 chaufferies utilisant le gaz naturel comme énergie, distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs et production d'eau chaude sanitaire

● Le L.E.P. Avenue R. Cazenave : caractéristiques thermiques : 2 chaufferies alimentées au gaz naturel et distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs.

- Le Groupe scolaire Primaire Maternelle
- Hôpital Hospice et hospitalité N.D. de Lourdes
- Clinique Bernadette
- Le palais de justice
- Mairie
- Casernes de pompiers et de gendarmerie
- La salle des fêtes
- Le palais des congrès
- La piscine et le gymnase.

EQUIPEMENTS INDUSTRIELS

- Usines électriques
- Usine S.E.B.
- Chaudronnerie Guichot Z.I. de Saux
- Etablissement DUCLOS route de Bagnères
- Electrolux Ménager Route de Bagnères.
- Ateliers, Artisanats Z.I. de Saux.

EQUIPEMENTS AGRICOLES

- Abattoir municipal
- Coopérative Pyrénées Aquitaine
- Conserverie Guichot Z.I. de Saux

CONCLUSIONS

Dans l'état actuel de l'inventaire des besoins énergétiques, il pourrait être envisagé pour quelques-uns d'entre eux de recourir à la géothermie, sans préjuger de la desserte qui pourrait être envisagée pour certains hôtels.

Echelle : 1/25.000



FOIX

(CF. PLANCHE 22 ET ANNEXE 5)

Population légale 1982 : 10 064 habitants (10 235 en 1975)

Nombre de logements : 3 989 en 1982.

Chef lieu du département de l'Ariège, cité administrative et centre touristique, la ville de Foix est située aux abords de la dépression longitudinale séparant les Pré-Pyrénées de la zone axiale et sur les bords de la vallée de l'Ariège qui rejoint l'Espagne.

Mise à part sa fonction administrative elle n'a qu'une activité réduite. Elle est desservie par la route nationale n° 20 de Paris à Bourg Madame vers l'Espagne et la principauté d'Andorre et par la route départementale n° 112 à l'Ouest de St-Girons à Foix. Elle est également desservie par la ligne ferroviaire de Toulouse à Puigcerda.

URBANISME

L'extension de l'urbanisation s'est principalement effectuée par la réalisation de lotissements pavillonnaires à la périphérie nord, sud et ouest de la ville.

L'urbanisation récente de l'agglomération s'est faite en particulier au Nord de la ville par la réalisation de la Z.U.P. de Labarre comprenant 212 logements dont 99 dans un ensemble collectif.

LOGEMENTS

- Z.U.P. de La Barre : H.L.M. 99 logements

Caractéristiques thermiques : chaufferies (?) alimentées au gaz naturel avec émission de chaleur dans les logements par radiateurs.

- Le Courbet : H.L.M219 logements

Caractéristiques thermiques : chaufferies alimentées au gaz naturel avec émission de chaleur dans les logements par radiateurs.

- Cité P. Faur : H.L.M. 269 logement

Caractéristiques thermiques : chaufferies alimentées au gaz naturel avec émission de chaleur dans les logements par radiateurs.

ENSEMBLES TERTIAIRES

- Etablissements scolaires du primaire
- Collège LAUQUIE - 1200 élèves (3 chaufferies au fuel)
- Lycée G. FAURE - 800 élèves (2 chaufferies au fuel et gaz)
- L.E.P. : 300 élèves (3 chaufferies au fuel)
- Ecole normale de Montgouzy
- Hôpital hospice de 340 lits
- Centre culturel
- Piscine municipale
- Caserne de gendarmerie

EQUIPEMENTS INDUSTRIELS

- Société industrielle de prêt-à-porter "Le Capitany" (confection).

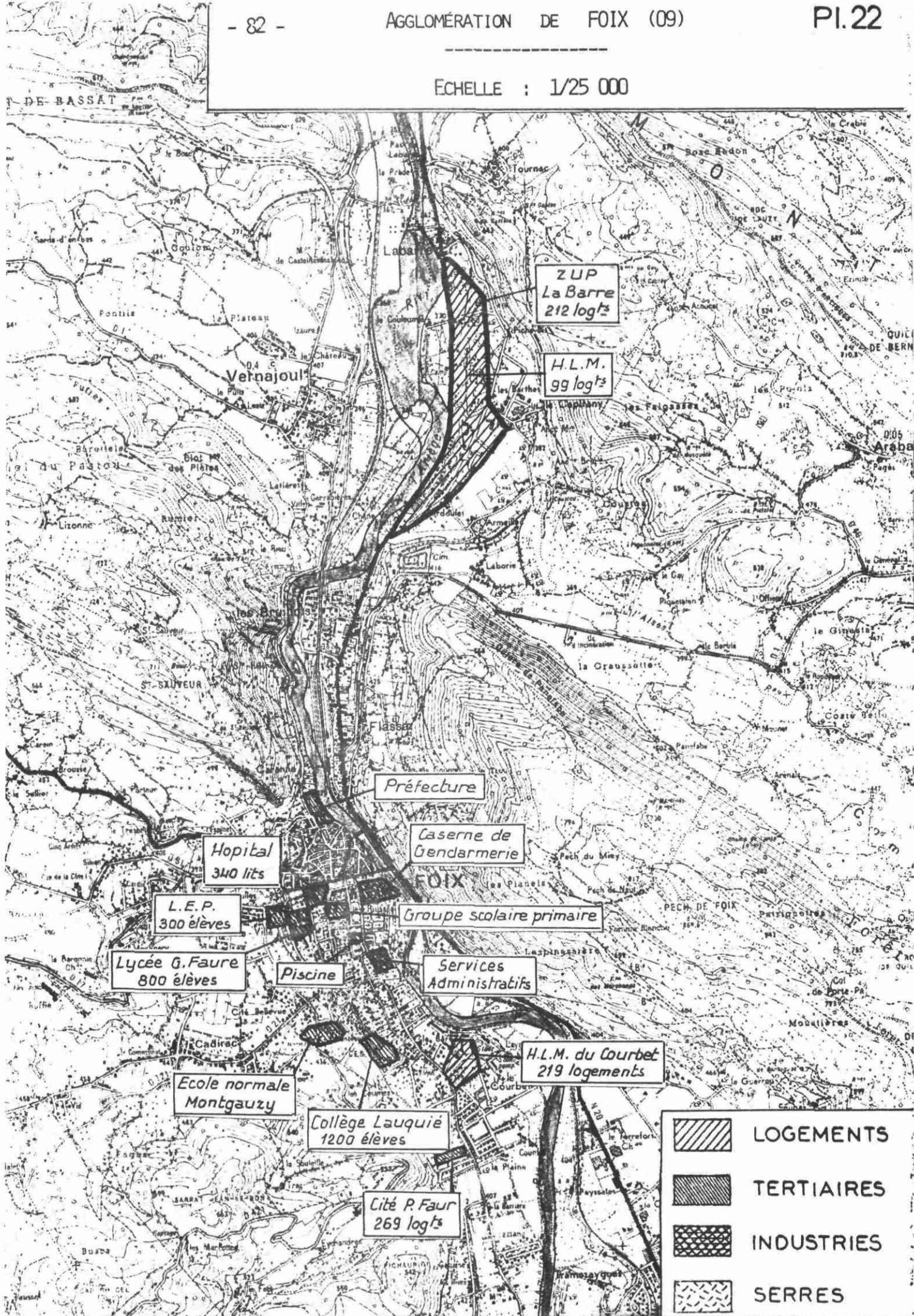
EQUIPEMENTS AGRICOLES

- Coopérative des producteurs de l'arrondissement de Foix.

CONCLUSIONS

Les caractéristiques recensées sur les besoins potentiels de chaleur en surface sont peu importantes. Ces besoins sont par ailleurs dispersés, les deux secteurs d'utilisation potentiels de la géothermie étant distants d'au moins 2 km.

Echelle : 1/25 000



ZUP
La Barre
212 logts

H.L.M.
99 logts

Préfecture

Caserne de
Gendarmerie

Groupe scolaire primaire

Hopital
340 lits

L.E.P.
300 élèves

Lycée G. Faure
800 élèves

Piscine





Services
Administratifs

H.L.M. du Courbet
219 logements

Ecole normale
Montgauzy

Collège Lauquie
1200 élèves

Cité P. Faur
269 logts

-  LOGEMENTS
-  TERTIAIRES
-  INDUSTRIES
-  SERRES

SAINT- GIRONS

(CF. PLANCHE 23 ET ANNEXES 6)

Population légale en 1982 : 7716 habitants (8 796 en 1975)

Nombre de logements : 3 310 en 1982

Chef lieu d'arrondissement, St-Girons est situé à l'Ouest du département de l'Ariège sur la rivière le Salat. Elle est desservie par la route nationale 618 de Bagnères-de-Luchon à Tarascon-sur-Ariège ainsi que par la route nationale 117 de St-Martory à Foix. Une ligne ferroviaire "marchandises" la relie à St-Martory. L'activité industrielle principale de la ville de St-Girons et de la commune mitoyenne, de St-Lizier au Nord est la fabrication du papier.

L'expansion démographique apparait en diminution à St-Girons et l'extension de l'urbanisation s'est principalement effectuée durant ces dernières années par la réalisation de lotissements de pavillons individuels ; une "idée" de construction d'un lotissement communal est en projet au Nord Ouest de la ville.

ENSEMBLES TERTIAIRES

La plupart des établissements tertiaires (scolaires du primaire, sportifs, sociaux...) dont dispose la ville de St-Girons sont équipés de chaufferies alimentées au gaz naturel. En dehors de ces équipements rattachés à l'urbanisation de la ville, il peut être cité :

- Collège Lycée d'Aulot : 1 chaufferie alimentée au gaz naturel, 4 chaufferies au charbon et distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs.
- L.E.P. d'Eychéil + Gymnase : 2 chaufferies alimentées au gaz naturel avec distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs.
- C.E.T. Berges : 4 chaufferies utilisant le fuel domestique comme énergie et 3 chaufferies alimentées au gaz naturel avec distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs.
- Stade Jo Bouisson avec gymnase et piscine
- Mairie centre de secours
- Gendarmerie (chauffage individuel).

- Hôpital de 125 lits

● Clinique de Rozès, commune de St-Lizier équipée de 2 chaufferies alimentées au gaz naturel et 1 chaufferie alimentée au fuel domestique et distribution de chaleur dans l'établissement par radiateurs et aérothermes.

EQUIPEMENTS AGRICOLES

- Abattoir
- Fromagerie

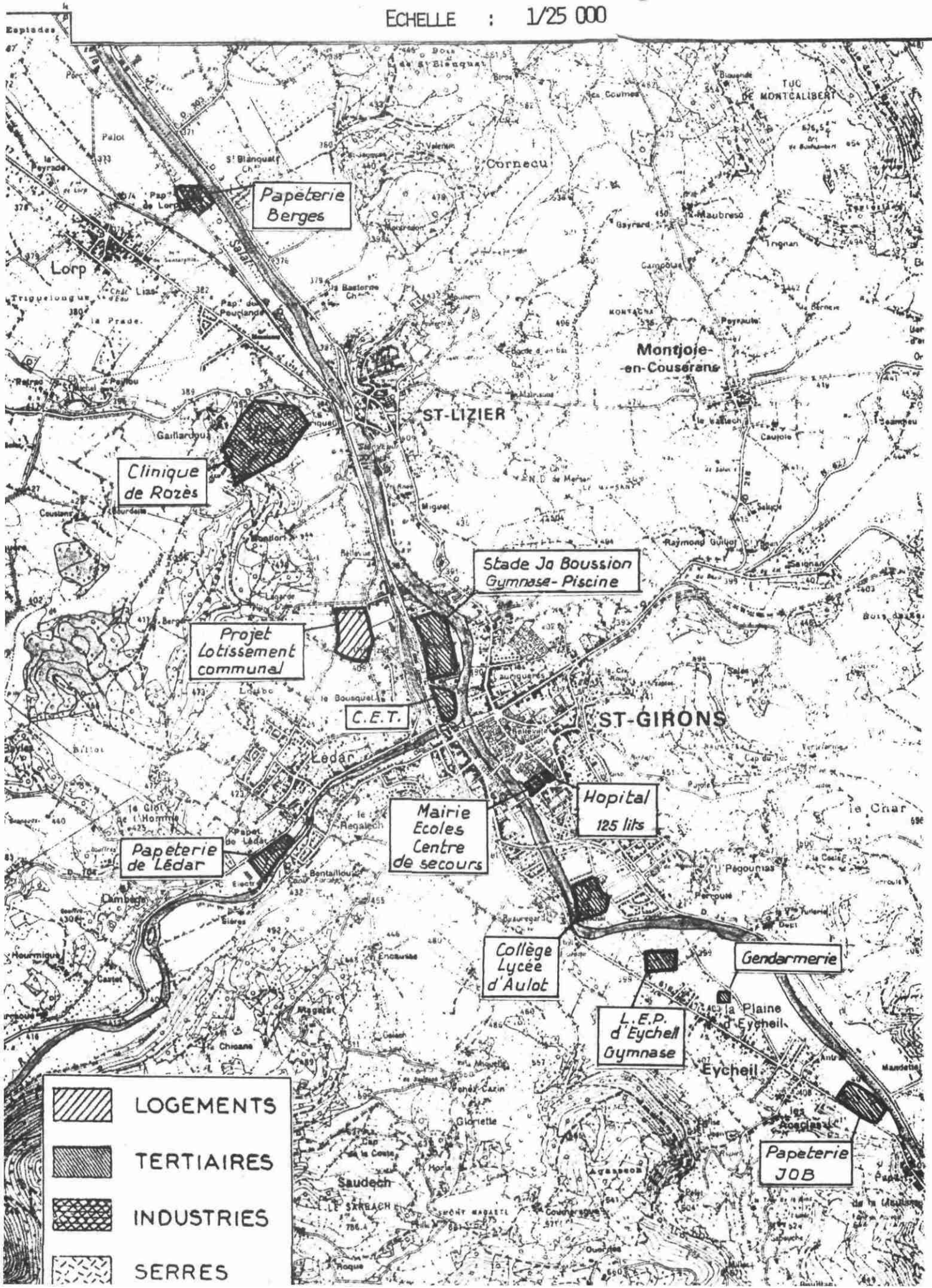
EQUIPEMENTS INDUSTRIELS

- Papeterie JOB
- Papeterie de Lédar
- Papeterie Bergès à Lorp.

CONCLUSIONS

Les caractéristiques recensées sur les besoins potentiels de chaleur en surface sont relativement peu importantes et dispersées. Un recours à la géothermie ne paraît pas adapté.

Echelle : 1/25 000



-  LOGEMENTS
-  TERTIAIRES
-  INDUSTRIES
-  SERRES

GRAND DISTRICT DE RODEZ

(CF. PLANCHE 24 ET ANNEXES 7)

RODEZ

Population légale en 1982 : 26 346 habitants (28 165 en 1975)

Nombre de logements : 10 949 en 1982.

Située au centre du département de l'Aveyron à 610 km de Paris sur la rivière Aveyron, la ville de RODEZ est desservie par divers axes routiers dont les plus importants sont : la route nationale 88 de Toulouse à Lyon, la route nationale 601 de Clermont-Ferrand à Rodez et la route nationale 595 de Rodez à Montpellier. Elle est également desservie par les lignes ferroviaires en provenance de Toulouse, Brive et Béziers.

Chef lieu du département de l'Aveyron, la ville même de RODEZ connaît actuellement une baisse sensible de son expansion démographique du fait de l'extension de l'urbanisation vers sa périphérie Nord-Nord-Est : commune d'ONET-LE-CHATEAU regroupée avec la commune de RODEZ dans le cadre de la création du Grand district de Rodez, et où sont implantées la Z.A.C. de Costes rouges, la zone artisanale Beauregard, la Z.A.C. Quatre saisons et la zone industrielle de La Prade.

URBANISME

L'extension de l'urbanisation s'est principalement effectuée par la réalisation de lotissements comprenant pour 60 à 65 % de pavillons individuels et 35 à 40 % de logements collectifs.

Les ensembles disposant d'installations de chauffage collectifs se situent :

Au Nord

Commune d'ONET-LE-CHATEAU (9785 habitants en 1982)

Z.A.C. Costes Rouges : 200 logements

Caractéristiques thermiques : chaufferies (?) alimentées au fuel domestique avec distribution de chaleur dans les logements par radiateurs et production d'eau chaude sanitaire collective.

Au Nord-Est

Z.A.C. des Quatre Saisons : 633 logements

Caractéristiques thermiques : 9 chaufferies alimentées au fuel domestique avec distribution de chaleur dans 473 logements par radiateurs et production d'eau chaude sanitaire collective. Chaufferie individuelle au gaz naturel dans les 160 logements restants.

Commune de RODEZ

Au Nord

Ensemble St ELOI : 316 logements

Caractéristiques thermiques : 1 chaufferie alimentée au gaz naturel avec distribution de chaleur dans les logements par convecteurs. 2 chaufferies alimentées au fuel domestique avec distribution de chaleur dans les 41 logements du P.L.R. ST-Eloi et production d'eau chaude sanitaire collective.

Au Sud-Ouest

Ensemble GOURGAN : 312 logements

Caractéristiques thermiques : 11 chaufferies alimentées au fuel domestique avec distribution de chaleur dans les logements par radiateurs et production d'eau chaude sanitaire collective.

Ensembles tertiaires

Le district de Rodez dispose de nombreux équipements éducatifs sociaux, sportifs et hospitaliers, les tableaux en annexes 7 donnent le recensement des ensembles disposant de chaufferies collectives alimentées au fuel domestique, au gaz naturel ou au charbon. Parmi ces équipements il peut être cité :

- le centre spécialisé de CAYSSIOLS "Hôpital Ste Marie" aux caractéristiques thermiques suivantes :

. 3 chaufferies alimentées au fuel domestique et fuel lourd n° 2 avec distribution de chaleur par radiateurs pour les dortoirs et la buanderie, par le sol et plafond dans la chapelle et le restaurant et par aérotherme dans le gymnase.

- l'école d'Agriculture (commune d'Onet-le-Château)
- l'école normale
- les lotissements pavillonnaires de St-Félix et de Calcomier
- l'aérodrome.

Equipements agricoles

- Abattoirs
- Coopérative laitière la Ruthénoise
- Fromagerie des Causses et d'Auvergne
- Société laitière du midi.

Equipements industriels

- Zone industrielle de la Prade (Usine Bosch, ganterie)
- Zone artisanale Bel Air.

En plus des installations existantes répertoriées sur les tableaux annexes 7.1 à 7.6, il convient de citer certains équipements situés sur la commune d'Onet-le-Chateau pour lesquels les caractéristiques de chauffage n'ont pas été vérifiées.

Lotissements Bel-Air III : 50 logements, les places : 20 logements,
San Pau : 160 logements.

Scolaires : 2 complexes Ecole privée de 10 classes chacune

Divers : 1 grande surface de 15 000 m² en cours de construction
1 gendarmerie de 10 logements en cours de construction
1 I.M.P. "Les Cardabelles"
1 IME "Saint-Mayne".

CONCLUSIONS

La localisation de la ressource géothermique éventuelle ne permet de retenir sauf création d'un réseau de transport de chaleur que la partie nord du "grand district de Rodez". Dans cette zone, le recensement des besoins potentiels de chaleur en surface paraît justifier un recours à la géothermie.

MILLAU

(CF. PLANCHE 25 ET ANNEXES 8)

Population légale 1982 : 22 256 habitants (22 576 en 1975)

Nombre de logements : 9 812 en 1982

La ville de Millau est située à l'Est du département de l'Aveyron, sur la rivière Tarn.

Elle est desservie par les routes nationales 9 de Paris à Perpignan et la route nationale 111 de Rodez à Millau et par divers axes routiers au Sud à l'Est et à l'Ouest. Elle est également desservie par la ligne ferroviaire en provenance de Beziers.

C'est le chef lieu d'arrondissement du département de l'Aveyron où l'activité essentiellement industrielle (mégisserie, pauserie, ganterie) a donné à la ville de Millau son expansion démographique actuellement toutefois en légère diminution.

URBANISME

L'extension de l'urbanisation (de 1972 à 1980) s'est faite principalement au Nord à l'Ouest et au Sud-Ouest de la ville par la réalisation de lotissements communaux et de maisons individuelles.

Au Nord

Le lotissement Bellargues (1975) composé de 63 pavillons équipés de chauffage électrique individuel.

A l'Ouest

- Le lotissement Viastels-Montplaisir (1970) composé de pavillons équipés de chauffage individuel au fuel domestique.

- le lotissement Mal. de Malhourtet (1972) composé de 250 pavillons équipés de chauffage individuel au fuel domestique.

Au Sud-Ouest

- La ZAC du plateau de Calès en cours de réalisation est prévue pour 300 pavillons individuels, 100 pavillons sont déjà construits et équipés de chauffage individuel mixte au gaz et à l'électricité.

LOGEMENTS

L'Office Public de H.L.M. de la ville de Millau dispose d'un patrimoine immobilier de 873 logements dont 574 sont équipés de chauffage individuel gaz et électricité. Il s'agit là des ensembles (cf. plan de situation) Balitrand 28 logements, Viastels 101 logements, Malhourtet 70 logements, Jean-Moulin 63 logements, Beauregard 264 logements et Cantarane 48 logements.

Les 294 logements restant disposant de chauffage collectif sont situés dans les ensembles:

Quartier Sud-Ouest

Ensemble Mal. de Malhourtet - 225 logements.

● caractéristiques thermiques : 5 chaufferies alimentées au fuel domestique avec émission de chaleur dans les logements par radiateurs et distribution d'E.C.S.

Quartier Nord-Est

Ensemble Briançon - 48 logements

● caractéristiques thermiques : 1 chaufferie (2 chaudières) alimentée au fuel domestique avec émission de chaleur dans les logements par plancher chauffant et distribution d'E.C.S.

Foyer des jeunes travailleurs - 21 logements

● caractéristiques thermiques : 1 chaufferie (et 12 chaudières en batterie) alimentée au gaz naturel avec émission de chaleur dans les logements par radiateurs et distribution d'E.C.S.

ENSEMBLES TERTIAIRES

Les nombreux équipements sociaux, éducatifs et sportifs dont dispose la ville de MILLAU (cf. tableaux en annexe), sont pour la plupart équipés d'installations de chauffage collectif avec émission de chaleur distribuée par des chaufferies utilisant le fuel domestique ce qui représente sensiblement une consommation annuelle de 3 625 000 litres de carburant.

Les établissements scolaires ayant la plus forte consommation de fuel sont : le Lycée + L.E.P. (2 chaufferies au fuel) 1.634.935 litres et le collège Jean-Moulin (3 chaufferies au fuel) 1.584.569 litres

En plus de ces ensembles scolaires, sportifs et communaux gérés par la ville de Millau, il convient de citer le projet de réalisation d'un futur hôpital de 120 lits dans le secteur de la Z.A.C. de Calès au Sud Ouest de la ville ainsi que le projet de chauffage par l'énergie solaire de la piscine d'été du centre nautique au Nord Est de la ville.

EQUIPEMENTS AGRICOLES

- Coopérative agricole

EQUIPEMENTS INDUSTRIELS

- Zone industrielle "des Ondes" : Mégisserie, chaudronnerie, vêtements, machines agricoles
- Zone industrielle "Costes" : Mégisserie, ébénisterie, menuiserie, serrurerie, dépôts ventes, charpente bois.

CONCLUSIONS

L'agglomération de Millau présente du point de vue des potentialités d'utilisation de la géothermie un intérêt certain. Le recensement des caractéristiques des besoins de chaleur met d'ailleurs en évidence l'aptitude de plusieurs secteurs à un tel type d'énergie.

ECHELLE : 1/25 000



SAINT AFFRIQUE

(Cf. PLANCHE 26 ET ANNEXES 9)

Population légale 1982 : 9188 habitants (9215 en 1975)

Nombre de logements : 3 633 en 1982

La ville de St-Affrique est située au Sud du département de l'Aveyron, sur la rivière La Sorgue. C'est le chef lieu du département.

Elle est desservie par divers axes routiers dont les plus importants sont : la route nationale 593 la reliant à Millau, la route nationale 99 vers Lodève et vers Albi. Elle est également desservie par la ligne ferroviaire (marchandises) en provenance de Bédarieux et Millau.

L'expansion démographique de la ville de St-Affrique est actuellement stabilisée.

URBANISME

L'extension de l'urbanisation durant ces dernières années s'est principalement effectuée à l'Ouest et au Sud-Est de la ville par la réalisation de lotissements pavillonnaires (Vaxergues, les Acacias, Bonal...) et d'immeubles collectifs (Résidences Soleil d'or, Vaxergues).

Le patrimoine immobilier de la Société d'H.L.M. de St-Affrique s'élèverait à 228 logements répartis dans une dizaine d'immeubles collectifs situés dans l'agglomération. Il convient de citer le groupe de 3 immeubles collectifs de La Capelle de 128 logements situé à proximité de la piscine, équipé de 5 chaufferies utilisant le fuel comme énergie.

ENSEMBLES TERTIAIRES

Les divers équipements en édifices publics, sociaux, éducatifs, sportifs et médicaux dont dispose la ville de St-Affrique sont pour la plupart équipés d'installations de chauffage collectif avec émission

de chaleur par radiateur alimentées par des chaufferies utilisant le fuel domestique comme énergie. L'établissement scolaire ayant la plus forte consommation de fuel est le lycée + collège, avenue J. Jaurès (4 chaufferies) utilisant annuellement 1 850 m³ de carburant.

Il convient de citer également : le centre ménager Vaxergues, les institutions Ste-Jeanne d'Arc et St-Jean Baptiste, l'école de métiers EDF, le collège agricole situé à l'Ouest et à l'extérieur de la ville, l'hôpital Emile Borel, la cité administrative et le foyer des personnes âgées (71 logements) équipé d'un chauffage électrique.

EQUIPEMENTS AGRICOLES

- . Abattoirs municipaux (sortie ouest de la ville)
- . Coopérative agricole

EQUIPEMENTS INDUSTRIELS

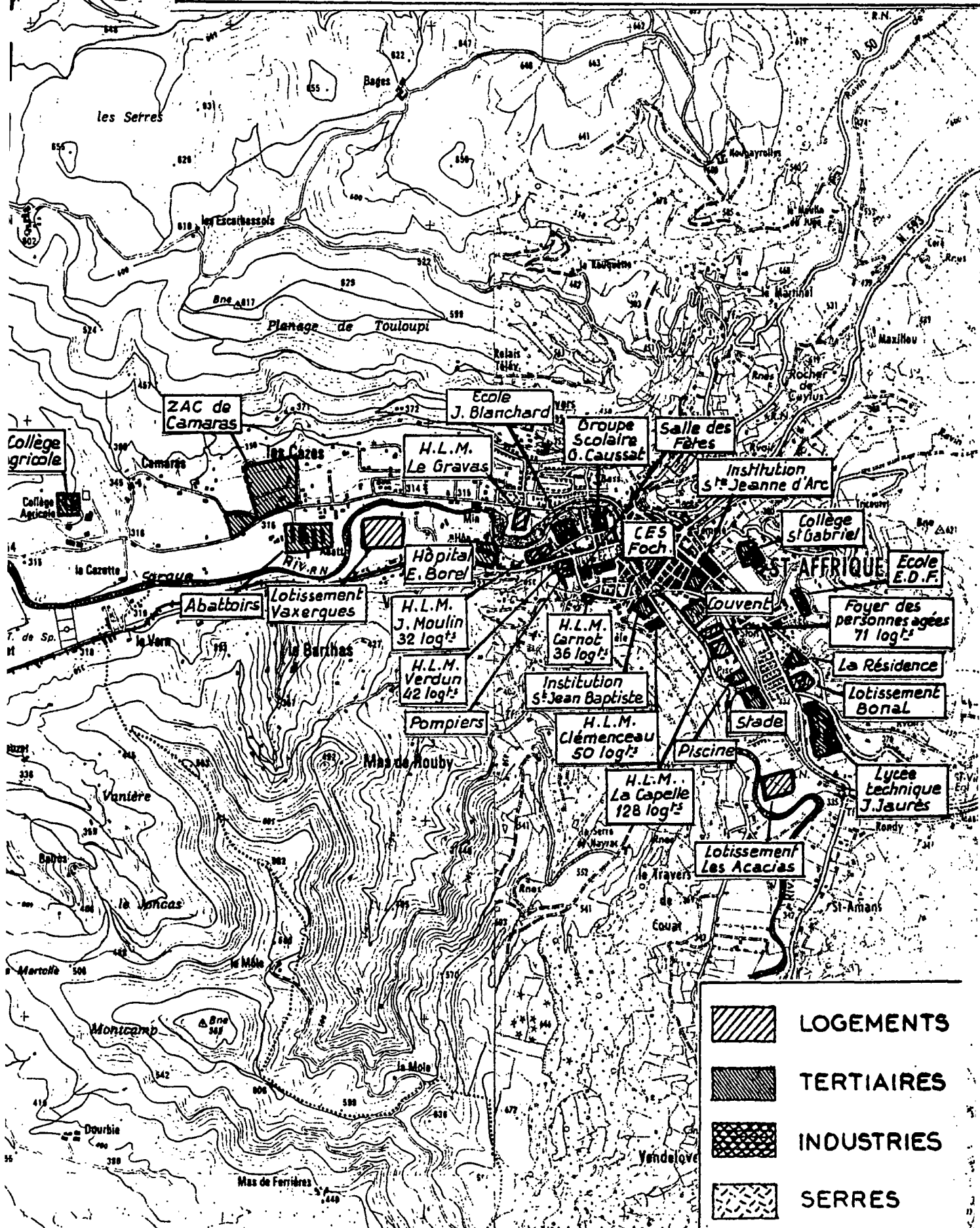
- . Zone industrielle CAZES: ZAC de CAMARAS
 - Construction métallique
 - Ebénisterie
 - Electricité générale
 - Matériel agricole
 - Serrurerie, métallerie

CONCLUSIONS

Les caractéristiques géologiques et la méconnaissance des données profondes sur la présence éventuelle de réservoirs aquifères à l'aplomb de St-Affrique nécessitant le recours préalable à des travaux indispensables de reconnaissance (géophysique, sondages), la réalisation d'une opération géothermique ne paraît pas envisageable actuellement à St-Affrique malgré la concentration de quelques équipements potentiels existants en surface.

AGGLOMÉRATION DE ST-AFFRIQUE (12)

ECHELLE : 1/25 000



1-3 - COMPARAISON DES RESSOURCES ET DES BESOINS

Les résultats de l'enquête concernant les 8 agglomérations pré-sélectionnées sur les bordures du Bassin Aquitain dans la région Midi-Pyrénées sont résumés dans le tableau ci-dessous.

	Ressources géothermiques	Besoins pouvant être couverts par la géothermie
Saint-Gaudens	éventuelles	possibles
Montréjeau	éventuelles et aléatoires	faibles
Lannemezan	aléatoires et profondes	faibles à nuls
Lourdes	aléatoires	possibles
Foix	aléatoires et localisées	faibles
Saint-Girons	aléatoires et localisées	faibles
Rodez	possibles et localisées	possibles
Millau	possibles	possibles
Saint-Affrique	inconnues	possibles

En ce qui concerne les ressources, le qualificatif de "localisées" signifie que seule une partie de l'agglomération concernée serait susceptible de se trouver à l'aplomb d'un aquifère plus ou moins profond et c'est évidemment dans cette partie que les besoins ont été examinés.

A la suite de cette enquête, seuls des sites dans les agglomérations de Saint-Gaudens, Rodez et Millau ont fait l'objet d'une étude de préfaisabilité.

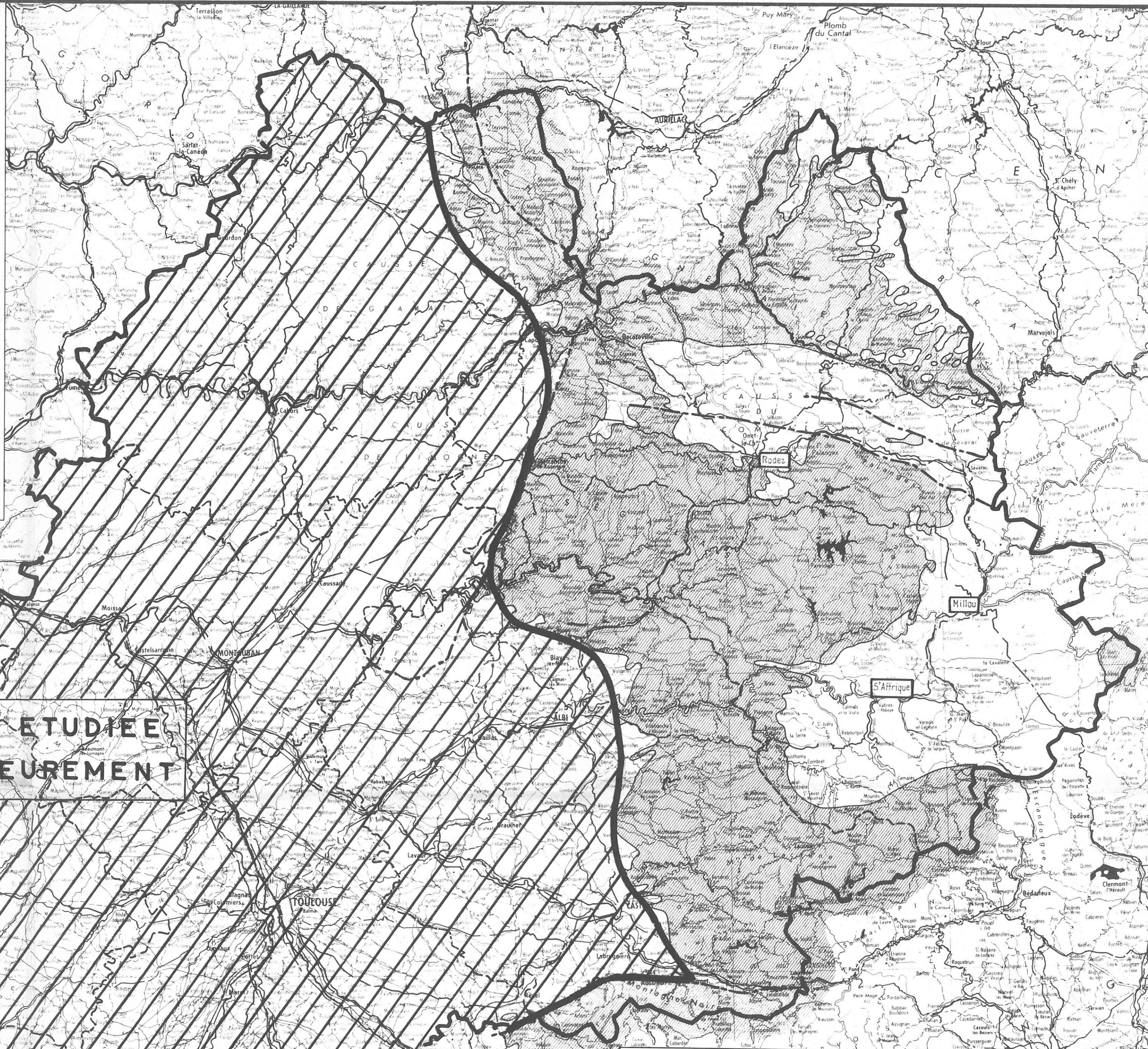
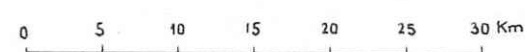
INVENTAIRE DES RESSOURCES GEOTHERMIQUES

DANS LA REGION MIDI-PYRENEES

Limites des études
et localisation des agglomérations examinées
en bordure du Bassin Aquitain
en vue d'une exploitation géothermique éventuelle

CARTE DE SYNTHESE

Ech. 1/500 000



**ZONE ETUDIEE
ANTERIEUREMENT**

LEGENDE

- Limite de la region Midi-Pyrénées
- Limite départementale
- Primaire (permien exclu) et socle cristallin
- Faille régionale
- Front des Petites Pyrénées
- Limite extrême de la zone étudiée antérieurement.
Rapport B.R.G.M. 81 SGN 736 MPY
- Faix Agglomération étudiée

ANNEXES

RECENSEMENT DES UTILISATIONS POTENTIELLES EXISTANTES DE LA GEOTHERMIE

LEGENDE

ENERGIE

G - Gaz naturel
GPL - Gaz propane liquide
F - Fuel oil domestique
FL 2- Fuel Lourd n° 2
Elec- Electricité
Char- Charbon

DISTRIBUTION

ARC - Air chaud
ART - Aérotherme
CVT - Convecteur
PLC - Plancher chauffant
PLF - Plafond chauffant
Rad - Radiateur
VAP - Vapeur
Vent-CVT - Ventilateur Convecteur

REGULATION

Exprimée en °C

VILLE de : SAINT-GAUDENS
(Haute-Garonne)

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de logements	Surface en m ² ou volume en m ³	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nombre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
<u>Logements</u>	HLM de l'Isle	OPHLM	16	-	-	1/1	G/F	Rad	80-60	-	-
<u>Tertiaire</u>											
<u>Scolaire</u>											
Collège	rue du GL. Leclerc	Commune		5 935 m ²	584	2	F	Rad		390 100	
Collège D. Daurat	bd des pyrénées	Commune		21 760 m ²	2.120/457	4/3	F/G	Rad		923 993	oui
Lycée Bagatelle	114, av.de Tlse.	Commune		16 868 m ²	2 400	3	G	Rad		1 682 802	
L.E.P.	27, av. de l'Isle	Etat		7 803 m ²	1 275	3	F	Rad		822 621	oui
	Gr. Scol. du Pilat	Commune	26 cl.	8 000m ³	3 x 150	3	F	Rad	-	-	-
	Gr. Scol. Caus- sades	Commune	20 cl.	7 000m ³	150	1	G	Rad	-	-	-
	Gr. Scol. Résiden- ce	Commune	15 cl.	7 000m ³	150	1	F	Rad	-	-	-
	Ecole Serre de Cazaux	Commune	6 cl.	4 000m ³	400	1	F	Rad	-	-	-

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m ² ou volume en m ³	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)	
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion			
<u>Locaux</u>	Ecole Serre de Pléous	Commune	1	900m ³	80	1	F	-	-	-	-	
	Ecole Ste Anne	Commune	3	3 000m ³	3 x 100	3	G	Rad	-	-	-	
	Mairie	Commune	19	8 000m ³	150	1	G	Rad	80-60	-	-	
	Pompiers	Commune	9	10 000m ³	100	1	G	Rad	-	-	oui	
	Judo-Club	Commune	7	8 000m ³	80	1	G	Rad	80-60	-	-	
	Centre culturel	Commune	15	15 000m ³	2 x 100 1 x 50	} 3	F	Rad	-	-	-	oui
	Ancienne mairie	Commune	4	5 000m ³	4 x 100		G	Rad	-	-	-	-
	Syndicat d'ini- tiative	Commune	8	5 000m ³	250	1	G	Rad	-	-	-	-
<u>Santé</u>	Centre hospitalier	Etat		11 817 m ²	520 639 kwh	2 1	G	Rad	-	423 370	oui	
<u>Agricole</u>	Abattoirs	Commune	-	-	180	1	-	-	-	-	-	
	Serres Jardinerie	Commune	-	10 000m ³	100	1	F	-	oui	-	-	

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de logements	Surface en m2	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nombre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
<u>Logements</u>	Lanefrède	OPHLM	83	-	générateurs individuels	-	F	ARC	-	-	-
<u>Tertiaire</u>											
<u>Scolaire</u>	Collège Lanefrède + gymnase	Commune	-	6 424	742	2	F	Rad	80-60	-	-
	Ecole primaire Lanefrède	"	-	1 024	-	1	G	Rad	80-60	-	-
	Ecole primaire ville	"	-	872	-	1	G	Rad	80-60	-	-
<u>Sports</u>	Piscine	"	-	658	-	1	G	-	-	-	-
<u>Locaux</u>	Mairie	"	-	672	-	1	G	Rad	80-60	-	-
	Ateliers municipaux	"	-	697	-	-	-	Poêle à bois	-	-	-
	Eglise	"	-	869	-	-	-	-	-	-	-
	Hôtel des finances	"	-	570	-	-	-	F	-	-	-
	Auberge de jeunesse	"	-	380	-	-	-	-	-	-	-
	Gendarmerie	"	8	1 139	-	1	G	Rad	80-60	-	-
	Garage pompiers	"	-	238	-	-	-	-	-	-	-

RECENSEMENT DES UTILISATIONS POTENTIELLES EXISTANTES
DE LA GEOTHERMIE

VILLE de : LANNEMEZAN
(Htes-Pyrénées)

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m ² ou volume en m ³	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
<u>Logements</u>	Cité les Bans	OPHLM	120	6 232 m ²	CE 125	indivi- duel	G.	Rad	-	-	-
	Cité Les Moulias	OPHLM	6	509 m ²	-	"	Elec.	CVT	-	-	-
<u>Tertiaire</u>											
- <u>Scolaire</u>											
Collège	5, rue de la Cité scolaire	Commune	-	8 989 m ²	1 440	2	G			994 612 m ³	oui
Lycée	rue Michelet	Commune	-	3 919 m ²	260/12	2/1	F/G			303 974	
- Piscine tourne- sol couverte		Commune		Bassin 25 m		2	G	ART	27° air 27° eau	110 Tep.	oui
- Gymnase				1 000 m ² 6 000 m ³ 1 000 m ³	Gym. Vest.	1	F	ART		15,25 Tep	1 ECS douche
- Pompiers		Commune		1 675 m ³		1	G	ART	90-70	31 Tep.	-
- Mairie		"			210	2	G	CVT ART	80-60 Salle mariage	20 Tep.	-

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m2	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
- Salle des fêtes		commune			320	1	G	ART	sonde	15 Tep.	-
- Ecole maternelle et primaire	Les Moulias	Commune	10 clas.	182 élè.		1	G	Rad		9000 m ³	
	Bourtolets	Commune	10 clas.	208 élè.		1	G	Rad		75 000 m ³	
	Paul Baratzin	Commune	15 clas.	278 élè.		1	G	ART PLC		62 000 m ³	
	Demi lune	Commune	2 clas.	31 élè.			GPL	Rad		-	
	Guerisse	Commune	8 clas.	175 élè.		1	El ec	CVT			
- Gendarmerie						1	G	Rad			
- Cité Administra- tive						1	G	Rad			
- Hôtel impôts						1	G	Rad CVT			

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m2	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
<u>Logements</u>	OPHITE 196	OPHLM	196	12 761	-	1	G.	CVT	-	-	oui
<u>Scolaire</u> Collège + Lycée	Avenue St-Exupéry	Commune		15 068	2 995	9	G.	Rad	90-60	2.199.784 m ³	oui
L.E.P.	Avenue Roger Cazenave	Etat		7 193	1 278	2	G	Rad	90-60	775.953	

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments ou classes	Surface en m2	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
TERTIAIRE											
<u>Scolaire</u>	Collège-Lycée	Commune	-	17 783	100 2 400	1 4	G. Char.	Rad	90-60	504 636 m ³	oui
	L.E.P. d'Eycheil + gymnase	Etat	-	8 612	1 600	2	G	Rad	90-60	1052 288m ³	oui
	C.E.T. Berges	Etat	-	1 828	1 500 90	4 3	F. G	Rad	90-60	828 431m ³	oui
	Groupe scolaire du boulevard	Commune	19	644	175	1	G	Rad	80-60	-	-
	Groupe scolaire F. Arnaud	Commune	22	946	212	1	G	Rad	80-60	-	-
	Groupe scolaire St Alary	Commune	9	719	150	1	G	Rad	80-60	-	-
	Ecole de Sières	Commune	9	430	82	1	G	Rad	80-60	-	-
	Ecole des Jaco- bins	Commune	6	336	100	1	G	Rad	80-60	-	-
	Ecole maternelle Guynemer	Commune	28	1 042	245	1	G	Rad	80-60	-	-

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m ² ou volume en m ³	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
<u>Locaux</u>											
	Hôtel de ville	commune	-	421m ²	325	1	G.	Rad	80-60	-	-
	Centre de secours	commune	-	519m ²	325	1	G.	ART	80-60	-	-
	Bibliothèque	commune	-	256m ²	325	1	G.	Rad	80-60	-	-
	Perception	commune	-	306m ²	62	1	G.	Rad	80-60	-	-
	Ateliers municipaux	commune	-	170m ²	20	1	G.	Rad	-	-	-
	Bains-douches	commune	-	185m ²	180	1	G.	Rad	-	-	-
	Douanes	commune	-	62m ²	20	1	G.	Rad	-	-	-
	Stade Jo Boussion + Gymnase Piscine	commune commune	- -	1 398m ² 1 200m ²	656 -	2 -	G G	ART -	80-60	- -	- -
<u>Santé</u>											
	Hôpital-hospice	santé	125 lits	-	-	-	G.	Rad	-	-	-
	Clinique Rozès à St-Lizier	santé		75 550m ³	6 000	2 1	G F	ART-Rad	90-60	680 000m ³ 30 000 l.	oui

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Volume en m ³	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
<u>Industrie</u>	Papeterie Bergès Lorp	-	-	-	-	2	G.	VAP	95°	4 690 273m ³	-
	Papeterie de Ledar	-	-	4 000m ³	8 600	1	G.	-	-	-	-
	Papeterie JOB	-	-	11 876m ³	9 500	1	G	-	-	-	-

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m ²	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
<u>Logements</u>	<u>Gourgan</u>										
	8 ensembles	HLM Rodez	312	20 071	3 132	11	F	Rad	85-50	388 m ³	oui
	<u>St-Eloi</u>										
	5 ensembles	HLM Rodez	316	20 919	-	-	G	-	80-60	-	-
	<u>PLR ST ELOI</u>	HLM Rodez	41	2 543	500	2	F	CVT	85-65	70 m ³	oui
	<u>Quatre saisons</u>										
	16 ensembles	HLM Rodez	473	29 222	4 545	9	F	Rad	85-50	585 m ³	oui
			160	9 779	-	-	G	-	-	-	-
	<u>Costes rouges</u>										
	Bâtiments LHIJK	HLM Rodez	200	13 267	2 500	1	F	Rad	90-80	287 m ³	oui
<u>Tertiaire</u>											
<u>Scolaire</u>	Groupe scolaire CAMBON-MONTEIL	Mairie	-	2 500	324 kw/h	1	G	Rad	-	29 217 m ³	-
	Logement de fonc- tion	Mairie	2	-	23,25 kw/h		G	Rad	-	-	-

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m2	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nombre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
	Ecole VICTOR-HUGO	Mairie	-	1 000	218 kw/h	1	F	Rad	-	14,7m ³	-
	Logement de fonc- tion	"	2	-	29 kw/h	-	G	Rad	-	-	-
	Ecole GALLY	Mairie	-	1 700	209 kw/h	1	G.	Rad	-	-	-
	Logement de fonc- tion	"	1	-	-	-	G.	Rad	-	-	-
	Ecole FLAUGUERGES	Mairie	-	1 500	250 kw/h	1	F	Rad	-	15 m ³	-
	Logement de fonc- tion	"	2	-	17 kw	-	F	Rad	-	-	-
	Ecole GOURGAN	Mairie	-	990	206 kw/h	1	F	Rad	-	13 m ³	-
	Logement de fonc- tion	"	2	-	23 kw/h	-	F	Rad	-	-	-
	Groupe scolaire FOCH	Mairie	-	734	324 kw/h	1	G.	Rad	-	-	-
	Ecole CARDAILLAC	Mairie	-	1 360	174 kw/h	1	F	CVT	-	13 m ³	-
	Ecole RAMADIER	Mairie	-	-	348 kw/h	1	G.	PLC	-	-	-
	I.U.T.	Syndicat mixte Dépt. Mairie	-	-	-	1	G	Rad	-	-	-
	Ecole PAUL GIRARD + logement	Mairie	-	290	153 kw/h	1	F	Rad	-	9 m ³	-
	Ecole BEL AIR	Mairie	-	282	5 poêles	-	F	-	-	-	-
	Ecole PARAIRE + logement	Mairie	-	525	148 kw/h	1	F	Rad	-	12 m ³	-

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m2	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
	Ecole CALCOMIER	Mairie	-	300	6,5 kw/h	8	G	Rad	-	-	-
	Collège FABRE	Mairie	-	14 973	1 800 th/h	2	F	Rad	80-60	1 385 m ³	oui
	Collège J. MOULIN	Mairie	-	7 737	790 th/h	2	G.	CVT	-	786 m ³	oui
	Lycée MONTEIL + L.E.P.	Mairie	-	36 265	37/4080	1/3	G. char.	-	80-60	4 338m ³	oui
	L.E.P. FOCH	Etat. Mairie	-	19 876	3 000	4	char.	Rad ART	80-60	2 920 m ³	oui
Locaux	Ecole de musique	Mairie	-	474	121 kw/h	-	F	Rad	-	12 m ³	-
	M.J.C. + Gymnase	"	-	4 200	780 th/h	2	F.	PLC CVT ap- point ART Gym	85-75	55 m ³	oui
	Bibliothèque	"	-	1 720	174 kw/h	-	G.	Rad	-	14 m ³	-
	Karaté club	"	-	170	52 kw/h	-	G.	AFC	-	-	-
	3 è Age Gourgan	"	-	200	40 kw/h	-	G.	Rad	-	-	-
	Salle des FETES Place du foirail	Mairie	-	1 936	580 kw/h	2	G.	ART CVT	90-80	54000m ³	oui
	Mairie de RODEZ	Mairie	-	1 935	545 kw/h	1	F	PLC	-	40 m ³	-
	District de Rodez CRECHES	Mairie	-	828	243 kw/h	1	G.	Rad	-	17 m ³	-
	Principale	Mairie	-	1 787	413 kw/h	1	F	PLC	-	33 m ³	-

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m ²	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)		
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion				
	Annexe	Mairie	-	157	32 kw/h	1	G.	Rad.	-	-	-		
	Halte garderie	Mairie	-	80	12 kw/h		Elec.	CVT	-	-	-		
	Ateliers municipaux	Mairie	-	3 000	425 th/h	1	F.	{ Rad ART	80-70	388 kth	-		
	Foyer émigrés	Mairie	-	350	70 kw/h	1	G.	Rad	-	9 155m ³	-		
	Cuisine municipale	Mairie	-	224	70 kw/h	1	G.	Rad	-	-	oui		
	Centre FOCH	Mairie	-	565	60 kw/h	1	Elec.	CVT	-	-	-		
	Serres jardin Vabre	Mairie	-	1 200	464 kw/h	1	Elec	tube rayonnant	-	29 m ³	-		
Santé	Hôpital Ste-Marie (Centre spécialisé)		Dortoirs buanderie chapelle restaurant gymnase		6 000 th/h	1	FL 2	Rad					
					4 200 th/h	1	F	PLC	90-70	16 060 m ³	oui		
					4 000 th/h	1		PLF ART					
					circuit calorifugé - chaque bâtiment comporte une sous-station dite de mélange.								

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de logements	Surface en m ²	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
<u>Sports</u>	Vestiaire VABRE terrain de sports Foot-Rugby	Mairie	-	-	127 kw/h	1	F	ARC	-	6 m ³	oui
	Vestiaire VABRE Athlétisme	Mairie	-	-	56 kw/h	1	F	ARC	-	2 m ³	oui
	Vestiaire VABRE Tennis	Mairie	-	-	134 kw/h	1	F	CVT	-	8 m ³	oui
	Centre Equestre VABRE	Mairie	-	-	50 kw/h	1	F	Rad.	-	-	-
	Vestiaire TRAUC	Mairie	-	150	93 kw/h	1	F	CVT	-	4 m ³	oui
	Vestiaire M ^a l JOF- FRE	Mairie	-	-	80 kw/h	1	G.	ART	-	-	oui
	Stade Paul LIGNON Escrime	Mairie	-	-	140 kw/h	1	G.	ARC	-	5850 m ³	-
	CAMPING Logement gardien	Mairie	-	-	41 kw/h	1	G.	-	-	-	-
	Sanitaire 1				122 kw/h	1	G.	-	-	-	oui
	Sanitaire 2				42 kw/h	1	G.	-	-	-	-

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m2	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
HABITATIONS											
<u>Immeubles</u>	Briançon A.400	O.P.H.L.M.	48	3 517	600 000 cal.	1	F.	PLC	oui	107m ³	oui
	Foyer des Jeunes travailleurs	O.P.H.L.M.	21	2 413	450 000 cal	1	G.	Rad	oui	-	oui
	MALHOURTET										
	Les Muguets	O.P.H.L.M.	23	1 258	250 000 cal	1	F	Rad	oui	42m ³	oui
	Les Rosiers Les Eglantiers } Les Violettes	O.P.H.L.M.	40	2 678	400 000 cal	1	F	Rad	oui	80 m ³	oui
	Les Oeillets Les Bleuets } Les Glycines Les Mimosas Les Jasmins }	O.P.H.L.M.	62	4 248	600 000 cal	1	F	Rad	oui	106 m ³	oui
		O.P.H.L.M.	60	4 413	600 000cal	1	F	Rad	oui	144m ³	oui
<u>Maisons indivi- duelles</u>	ZAC du plateau de Calès (300 pav)	Commune	100 cons	-	chauf.indi.	-	Elec G.	-	-	-	-
	Lot. Mal Malhour- tet	Commune	250	-	" "	-	F	-	-	-	-
	Lot. Viastels Montplaisir	Commune	200	-	" "	-	F	-	-	-	-

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m2	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
	Lot. Bellargues	Commune	63	-	chauf.indi.	-	Elec.	-	-	-	-
<u>Tertiaire.</u>											
<u>Scolaire</u>	Ecole Beauregard	commune	2 cl.mat. 5 cl.élé.	2 000	300 000 kc	1	F	Rad	80-60	22 885 l	non
	Ecole Crés	commune	7 cl.élé. +4 log.	1 600	200 000 kc	1	F	Rad	80-60	16 920 l	non
	Ecole Crés	commune	2 cl.mat.	340	70 000 kc	1	F	Rad	80-60	6 440 l	non
	Ecole Eug. Selles (centre)	commune	1 cl.mat. 8 cl.élé. + 1 log.	1 200	250 000 kc	1	F	Rad	80-60	18 983 l	non
	Ecole Jules Ferry (centre)	commune	2 cl.mat. 7 cl.élé.	2 620	250 000 kc	1	F	Rad	80-60	22 465 l	non
	Ecole du Larzac (plateau)	commune	1 cl.mat. 1 cl.élé.	200	-	-	F Elec	- Rad	-	1 300 l 14 952 kw	non
	Ecole Martel (le Vivier)	commune	2 cl.mat. 3 cl.élé.	1 180	200 000 kc	1	F	Rad	80-60	34 721 l	non
	Ecole de Malhour- tet	commune	2 cl.mat. 6 cl.élé.	3 400	325 000 kc	1	F	Rad	80 -60	33 950 l	non

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m ²	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
	Ecole Paul Bert (vieux Millau)	Commune	5 cl. El.	500	130 000 kc	1	F	Rad	80-60	13 890 l	non
	Ecole Victor Hugo (vieux Millau)	"	2 cl. Mat. 1 log.	360 90	70 000 kc	1	F	Rad	80-60	8 490 l	non
	Ecole Victor Hugo quai Syllly-Chalès	"	4 cl. El.	400	70 000 kc	1	F	Rad	80-60	5 390 l	non
	Ecole ZAC de Calès	"	2 cl. mat	300	-	-	Elec	Rad	-	-	-
	Collège M. Aymard Rue J. Moulin	"	classes gymnase + 4 logt	19 299	790/799	3/2	F /G	Rad	90-60	1 584 569 l	oui
	Lycée + LEP 4 puits de Calès	"	classes internat + logts	15 596	2 600	2	F	Rad	90-60	1 634 935 litres	oui
<u>Bâtiments commu- naux</u>	Bibliothèque-musée (vieux Millau)	"	-	2 000	200 000 kc	1	F	Rad	80-60	23 765 l	non
	Ateliers municipaux (Briançon)	"	-	1 800	220 000 kc	1	F CVT.	Vent. CVT.	80-60	30 320 l	non
	Recette municipale (centre)	"	-	1 000	200 000 kc	1	F	Rad	80-60	10 240 l	non

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de logements	Surface en m ²	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nombre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
	Crèche municipale (St-Jean)	commune	2 dor- toirs 2 salles de jeux 1 logt.	580	220 000 kc	1	F	Rad.	80-60	27 160 l	non
	Foyer personnes âgées. (La Capelle centre)	"	-	670	75 000 kc	1	F	Rad	80-60	7 340 l	non
	Foyer 3 ème age (centre)	"	réunions	100	30 000 kc	1	F	Rad	80-60	1 760 l	non
	M.J.C. (centre)	"	réunion atelier	960	150 000 kc	1	F	Rad	80-60	6 774 l	non
	Maison du peuple (vieux Millau)	"	réunion spectacles syndicats	1 270	143 000 kc	1	F	Rad	80-60	16 880 l	non
	Mairie (centre)	"	bureaux	2 400	220 000 kc	1	F	Rad	80-60	25 630 l	non
	Bâtiment d'explo- itation d'espaces verts.	"	serres + bureaux	960	-	1/1	F	-	-	8 612 l	non
	Gîte d'étapes	"	dortoir salles	400							
	Centre nautique (Les graves)	"	piscine annexes	1 900	-	-	G Elec.			-	-

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de logements	Surface en m ² ou volume en m ³	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
Casernes	Salle des fêtes (parc de la vic- toire)	Commune	-	2 000m ²	-	1	F	Vent CVT	80-60	24 120 litres	-
	Gymnase Paul Tort	"	locaux	1 560m ²	-	1	F	Vent CVT	80-60	-	oui
	Pompiers (Briançon)	"	garages bureaux	1 280 m ²	100 000 kc 320 000 kc	1	F	Rad	80-60	34 420 litres	non
	Gendarmerie	"	locaux 31logt.	-	48 200 kc Gaz indivi- duel	1	G	Rad	80-60	-	-
INDUSTRIE	Tanneries Pechdo Z.I. Plaine de Coste		-	27 390 m ³	2 900	1	FL 2	VAP		5490 000 m ³	
						1	G	ART		3575 000 m ³	oui
						1	F	Rad		162 000 m ³	
	Megisserie	Galtier frères	-	-	5 000 3 100	1	FL 2	-	70	407 tonnes	
					1	F	Rad		43 000 l	oui	
Megisserie Pausserie	Guilber frères	-	-	4 700 3 250	1	FL 2	-	80-50	362tonnes		
					1	F	-		96 000 l	-	

DE LA GEOTHERMIE

VILLE de : ST-AFFRIQUE
(Aveyron)

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m2	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Nbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
LOGEMENTS	Jean Moulin	Sté d'H.L.M.	32	2586	20x32	32	G	Rad	oui	?	non
	Les Cazes	"	47	2772	250x2	1	F	Rad	oui	144 000 F	non
	Verdun	"	42	2716	205x2	1	F	Rad	oui	129 000 F	non
	La Capelle	"	128	8588	200x6	5	F	Rad	oui	173 m³	non
	Carnot	"	36	2071	30x10	1	G	Rad	oui	102 000 F	non
	Clémenceau	"	50	2604	400x1	1	F	Rad	oui	61 m³	oui
	Foyer des person- nes âgées	commune	71	-	-	-	Elec.	CVT	-	-	non
TERTIAIRES Scolaires	Collège + lycée ave. J. Jaurès	Etat Commune	classes + loge- ments	23 157	3 250	4	F	Rad	-	1 850 m³	oui
	C.E.S. pl. Mal Foch	Commune	classes + loge- ments								
	Groupe scolaire Georges Caussat	Commune	classes + loge- ments ateliers réfect.	1215	400 kw/h	2	F	Rad	-	55m³	non

Equipements "Nature"	Quartiers (Zones)	Propriétaires ou gestionnaires	Nombre de loge- ments	Surface en m2	Puissance installée en th/h	CHAUFFAGE				Consomma- tion annuelle	Eau chaude sanitaire (E.C.S)
						Ilbre de chauf.	Ener- gie	Distri- bution	Régula- tion		
Locaux -----	Ecole + Gymnase Jean Blanchard logements	Commune	classes	2 076	480 kw/h	1	F	Rad	-	46 m ³	non
		"	+ gymna- se.	388	98 kw/h	1	F	Rad	-	10 m ³	oui
	Ecole maternelle Gare	Commune	annexe + batiment	500	93 kw/h	1	F	Rad	-	15 m ³	oui
	Salle des fêtes	commune	-	672	280 kw/h	1	F	ART	-	9 m ³	non
	Tribunal	Commune	-	170	-	-	GPL	Rad	-	3 000 m ³	non
	Salle de musique Bibliothèque	Commune	-	140	-	-	GPL	Rad	-	5 185 m ³	non
	+ logements	Commune	2	243	-	-	Elec	CVT	-	59 600 kw/h	non
	Foyer des jeunes	Commune	-	182	-	-	Elec	CVT	-	18 030kw/h	non
Centre social	Commune	-	503	104 kw/h	1	F	Rad	-	10 m ³	oui	

RECHERCHE EN RÉGION MIDI-PYRÉNÉES DE SITES FAVORABLES A LA RÉALISATION D'OPÉRATIONS GÉOTHERMIQUES

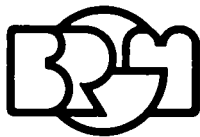
2ème Phase : Zones de bordure du Bassin Aquitain
(Massif Central et Pyrénées)

2ème Partie

Etude de sites

par

B. HERBRICH, J. ROCHE et P. SCHERR



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

**Service géologique régional
MIDI-PYRÉNÉES**
Avenue Pierre-Georges Latécoère
31400 Toulouse (France)
Tél.: (61) 52.12.14

Département géothermie
B.P. 6009
45060 Orléans Cedex (France)
Tél.: (38) 63.80.01



B E F S Engineering S.A.

Bureau d'étude des Fluides
et des structures

B E F S
Agence Midi-Pyrénées
1, chemin de la Cépière
31300 Toulouse (France)
Tél.: (61) 41.37.33

Rapport du B.R.G.M.

83 SGN 649 MPY

Novembre 1983

P R E A M B U L E

● Faisant suite à la première partie de l'étude, il est examiné présentement les possibilités d'opérations géothermiques sur les trois sites sélectionnés de - Saint-Gaudens et Pointis-Inard.
- Rodez et Onet-le-Château
- Millau.

Pour chacune de ces trois études de pré-faisabilité il est successivement :

- redonné le bilan des connaissances concernant les ressources géothermiques
- envisagé après sélection et groupement de consommateurs potentiels, des simulations de raccordement suivant plusieurs schémas, à un ou des ouvrages géothermiques
- dressé le bilan technico-économique des différents schémas envisagés.

● En tout état de cause, il s'agit d'études préliminaires à caractère incitatif, tous les besoins énergétiques n'ayant pas été notamment recensés. Une telle approche permet néanmoins de dégager un certain nombre de sites ou secteurs a priori favorables pour lesquels une étude de faisabilité exhaustive devrait être engagée afin de justifier précisément toute option géothermique.

● Faisant suite à ces présentes études de pré-faisabilité, il est fourni dans la troisième et dernière partie du rapport, une note de synthèse sur les possibilités géothermiques existant dans les zones de bordure du Bassin Aquitain intéressant la région Midi-Pyrénées.

SAINT-GAUDENS
POINTIS-INARD

(Haute-Garonne)

TABLE DES MATIERES

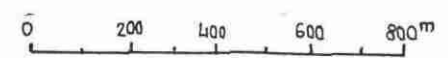
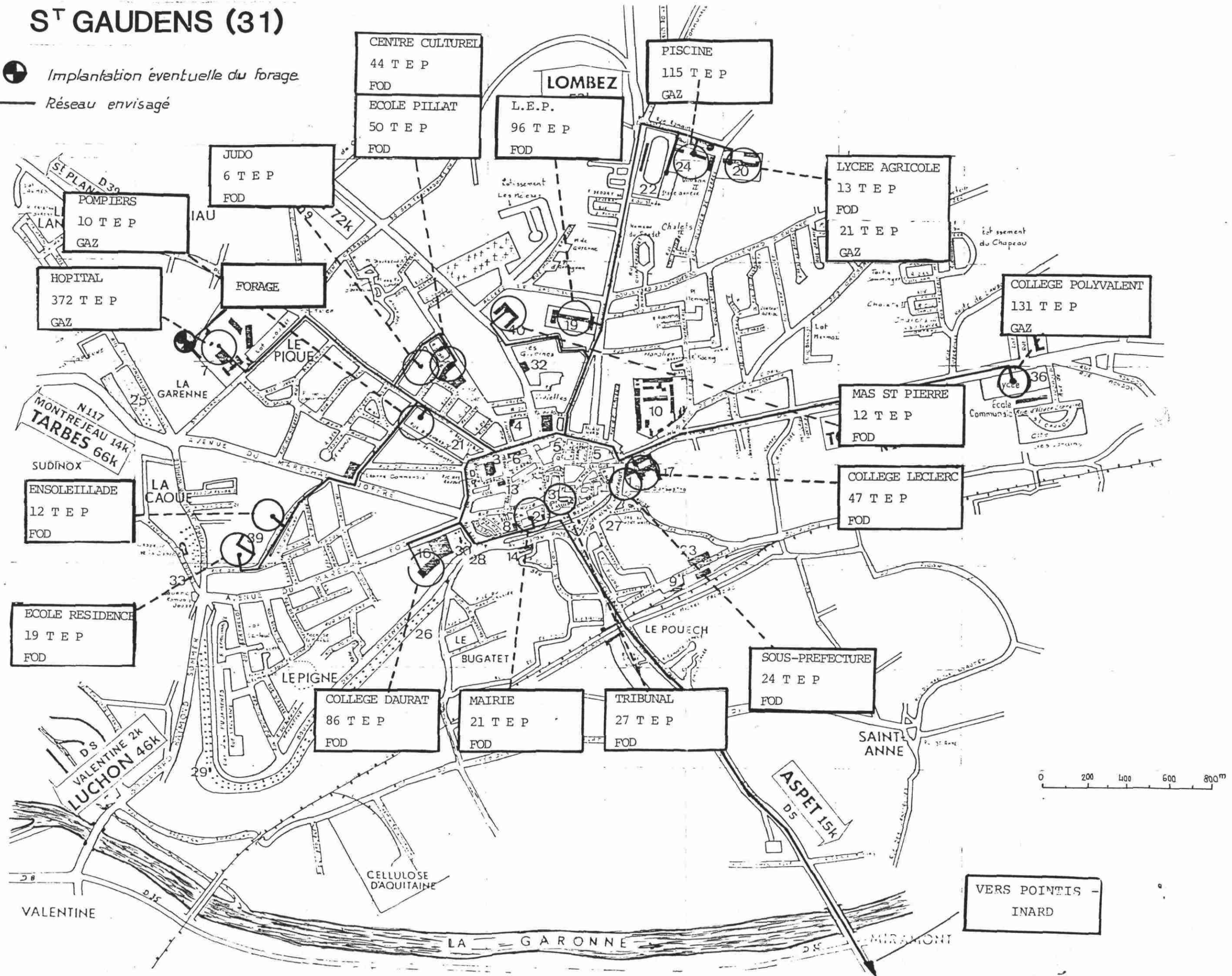
Plan de l'agglomération	1.3
CHAPITRE 1 - Etude géologique	1.4
1.1. Analyse du site	1.5
1.1.1 - Implantation.....	1.5
1.1.2 - Choix de l'aquifère	1.5
1.1.3 - Analyse de l'aquifère	1.6
1.1.3.1. Caractéristiques	1.6
1.1.3.2. Température	1.7
1.1.3.3. Hydrochimie	1.7
1.1.4 - Possibilité de récupération du forage pétrolier de Pointis-Inard 1	1.8
1.1.5 - Définition du risque	1.9
1.1.5.1. Saint-Gaudens	1.9
1.1.5.2. Pointis-Inard	1.9
1.1.6 - Conclusion.....	1.10
- Coupe géologique prévisionnelle à l'aplomb de Saint-Gaudens	1.11
- Coupe du forage de Pointis-Inard	1.12
- Plan de situation à 1/100 000	1.13
- Coupe géologique interprétative	1.14
1.2. Caractéristiques d'exploitation	1.15
1.2.1 - Forage de Saint-Gaudens	1.15
1.2.2 - Forage de Pointis-Inard	1.15
1.3. Programme technique de forage	1.16
1.3.1 - Forage de Saint-Gaudens	1.16
1.3.2 - Forage de Pointis-Inard	1.16
- Doublet géothermique de Saint-Gaudens	
- Reprise du forage pétrolier de Pointis-Inard	
CHAPITRE 2 - Etude thermique	1.19
2.1. Site de Saint-Gaudens.....	1.20
2.1.1 - Caractéristiques générales du site	1.20
2.1.1.1. Généralités	1.20
2.1.1.2. Nature de l'eau géothermale	1.20

2.1.2 - Implantation du doublet	1.21
2.1.3 - Raccordement des installations existantes	1.21
2.1.4 - Caractéristiques des consommateurs retenus	1.22
2.2. Site de Pointis-Inard	1.23
2.2.1 - Caractéristiques générales du site	1.23
2.2.1.1. Généralités	1.23
2.2.1.2. Nature de l'eau géothermale	1.23
2.2.1.3. Raccordement des installations	1.23
2.2.1.4. Caractéristiques de l'usine de séchage	1.24
2.3. Cas étudiés	1.26
2.3.1 - Simulation de fonctionnement	1.26
2.3.2 - Résultats des simulations informatiques	1.26
2.3.2.1. Site de Saint-Gaudens	1.26
2.3.2.2. Site de Pointis-Inard	1.26
2.3.2.3. Alimentation en parallèle Saint-Gaudens- Pointis-Inard	1.26
CHAPITRE 3 - Etude technico-économique	1.27
3.1. Variante 1 : Alimentation de Saint-Gaudens seule	1.28
3.1.1 - Investissements	1.28
3.1.2 - Exploitation	1.29
3.2. Variante 2 : Opération Pointis-Inard seule	
3.2.1 - Usine de séchage seule (140 m ³ /h).....	1.30
3.2.1.1. Coût de l'investissement complémentaire par rapport à une solution traditionnelle chaufferie fioul lourd	1.30
3.2.1.2. Exploitation	1.31
3.2.2 - Usine de séchage seule (100 m ³ /h)	1.32
3.2.2.1. Coût de l'investissement complémentaire par rapport à une solution traditionnelle chaufferie fioul lourd	1.32
3.2.2.2. Exploitation	1.33
3.2.3 - Opération combinée Saint-Gaudens-Pointis-Inard (200 m ³ /h)	1.34
3.2.3.1. Coût de l'investissement complémentaire par rapport à une solution traditionnelle chaufferie fioul lourd	1.34
3.2.3.2. Exploitation.....	1.35
CONCLUSIONS	1.36

ST GAUDENS (31)

● Implantation éventuelle du forage

— Réseau envisagé



VERS POINTIS - INARD

CHAPITRE I

ETUDE GEOLOGIQUE

1.1 ANALYSE DU SITE*

1.1.1. Implantation

CF plan de l'agglomération (p.1.1) et plan à 1/100 000 (p.1.13).

1.1.2. Choix de l'Aquifère

● Dans la partie concernée de l'agglomération, le seul aquifère potentiel serait représenté par les calcaires et dolomies du Primaire (Dévonien ?) trouvés sous le flysch du Crétacé supérieur. Il convient de préciser :

- d'une part que ces dépôts carbonatés n'ont été mis en évidence que par deux seuls forages de recherche d'hydrocarbures (Liéoux 2 et Saint-Ignan 1), les autres ouvrages au nombre de 5 implantés à proximité n'ayant atteint que de formations primaires schisteuses

- d'autre part que cet ensemble primaire, schisteux ou carbonaté, appartient aux séries allochtones au-dessus du front de chevauchement nord-pyrénéen, la nature et l'âge de l'autochtone sous-jacent étant inconnus.

● Ces calcaires et dolomies avaient été respectivement reconnus :

- à Liéoux 2 de 2554 au fond, à 2799 m

* On se reportera pour le contexte régional à la 1ère partie du rapport chapitre 1.1. et aux planches 2 et 3 correspondantes ci-annexées en pages 1.13 et 1.14.

- à Saint-Ignan 1 de 1725 à 1774 m au-dessus d'une brèche jusqu'à 1858 m puis des calcaires (1872) et des schistes (1962 m : fond).

- à Saint-Ignan 1 bis (en déviation du précédent vers le Sud) de 1684 à 1782 m directement au-dessus des schistes (fond à 1899,4 m).

A l'aplomb du site de Saint-Gaudens, compte tenu de la pente vers le Nord de la surface de discordance du flysch du Crétacé supérieur, on peut envisager que la profondeur du Primaire devrait être au plus de 1700 m. La présence des séries carbonatées ne peut être garantie et a fortiori leur épaisseur prédéterminée.

1.1.3. Analyse de l'aquifère

1.1.3.1 - Caractéristiques

● La description la plus complète est celle obtenue sur Liéoux 2 :

- de 2554 à 2621 m : Dolomie cristalline, vacuolaire et fissurée présentant souvent un aspect bréchique (géodes tapissées de dolomie et de calcite).
- de 2621 à 2660 m : Dolomie calcarifère, calcaire dolomitique plus ou moins marneux et dolomie noduleuse, amygdaloïde ou lenticulaire et bréchique avec veines de calcite.
- de 2660 à 2779 m : Dolomie avec veines, veinules, nodules de dolomie cristalline blanche, rarement de calcite. La dolomie a un aspect noduleux à bréchique et elle est parfois vacuolaire et fissurée.

● A Saint-Ignan 1, la dolomie trouvée de 1725 à 1774 était bréchique, finement cristalline, parfois faiblement argileuse présentant quelques veinules et inclusions de dolomie blanche, d'anhydrite, de blende et d'argile noire. Des inclusions calcaires étaient observées à la base.

● A Saint-Ignan 1 bis, la formation se présentait de 1684 à 1777 sous forme de dolomie bréchique à grain grossier, légèrement vacuolaire et fissurée : éléments anguleux de dolomie avec ciment peu abondant notamment à la base (1777 à 1782 m).

● On dispose de mesures sur carottes, d'essais de formation et de quelques indications sur des pertes de fluide de circulation.

	LIEUX	St-IGNAN 1	St-IGNAN 1 bis
. carottes			
porosité	1 - 2,8 %	2 - 3,9 %	2,6 - 4,5 %
perméabilité	0,09- 4,7 mD	0,1 - 0,19 mD	0,22 - 61 mD
. essais de formation			
profondeur	2564 à 2580,7	1701,8 à 1733,4 et 1721,4 à 1733,4	1603,5 à 1692,1 1603,5 à 1899,4
débit	12,5 m ³ d'eau en 90 '	-1,25 m ³ d'eau et 20 m ³ de gaz en 1 h 15' - 2,2 m ³ d'eau et 60 m ³ de gaz en 2 h 37'	?
pression de fond en fin de test	P. statique : 263 kg/m ³		118 à 137 kg/cm ²
température			50°C
. perte de boue			19 m ³ de boue de 1710 à 1747 m

1.1.3.2 - Température

Le gradient géothermique n'est pas connu. A Saint-Ignan et Liéoux 2 il avait été respectivement de 2,7°C et 3,2°C soit en moyenne 2,9°C (?).

1.1.3.3 - Hydrochimie

En reprenant les essais de formation des ouvrages sus-cités, on dispose des valeurs suivantes :

	LIEOUX 2	ST-IGNAN 1	ST-IGNAN 1 bis
Salinité totale (g/l)	160	123,5	66 à 106

L'eau a toujours été par ailleurs émulsionnée de gaz combustible.

1.1.4. Possibilités de récupération du forage pétrolier de Pointis-Inard 1

Un forage de recherche d'hydrocarbures a été réalisé à Pointis-Inard en 1970, à 7 km à l'ESE de Saint-Gaudens. Ce forage a mis en évidence un envahissement du Jurassique par de l'eau légèrement salée (CF coupe p.12) et plan de situation p. 1.13).

Les indices fournis par cet ouvrage laissent penser qu'il serait possible, moyennant des travaux de récupération du forage, d'exploiter dans le Dogger vers 2000 m de profondeur une eau à une température de 69°C en tête de puits avec un débit qui pourrait atteindre 100 à 200 m³/h. La salinité de l'eau recueillie au cours d'un test de 1965 à 1981, 8 m de profondeur était de 4,8 g/l et sa composition la suivante :

Ca	: 0,870 g/l	CO ₃ H	: 0,244 g/l
Mg	: 0,192 g/l	Cl	: 0,745 g/l
Na	: 0,408 g/l	SO ₄	: 2,427 g/l
K	: 0,012 g/l		

Il avait été obtenu par ce test 6,8 m³ en 45' et la pression de fond était de 188 Kg/cm².

1.1.5. Définition du risque

1.1.5.1 - Saint-Gaudens

● La profondeur du Primaire n'est pas connue à l'aplomb du site (1500 - 2000 m?) et on ne peut encore moins préjuger de l'existence des formations carbonatées qui constitueraient l'objectif. Un tel milieu à perméabilité de fissures devrait être caractérisé par une distribution irrégulière des zones favorables au captage.

● Les aléas sont donc importants et il conviendrait de prévoir une étude géophysique préliminaire dont le coût est estimé à 600 KF HT (fin 1983). Dans l'hypothèse où une opération de géothermie serait envisagée, le financement de cette étude pourrait être couvert notamment par l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, l'Etablissement Public Régional Midi-Pyrénées.

Les eaux auraient une salinité élevée et seraient vraisemblablement émulsionnées de gaz combustible. Cela implique des contraintes particulières et la nécessité d'une réinjection.

1.1.5.2 - Pointis-Inard

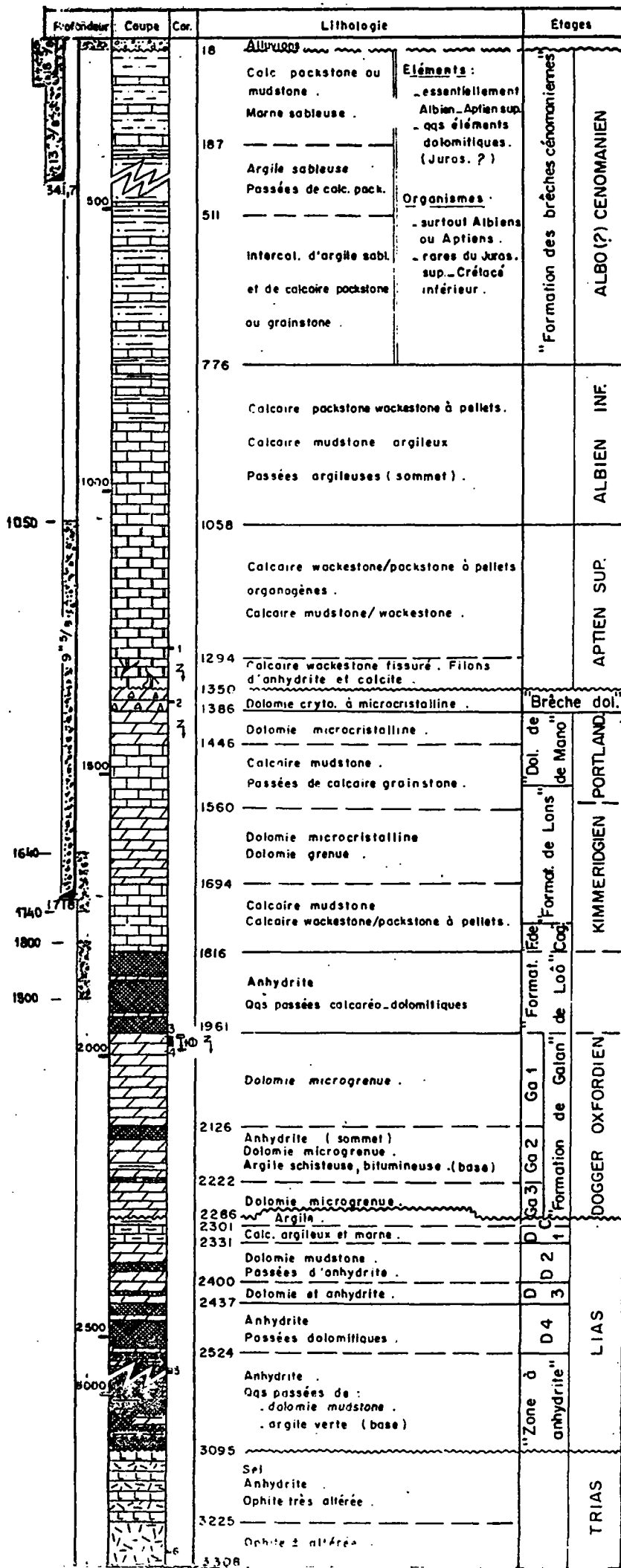
Le risque est essentiellement lié :

- d'une part, à l'état du forage à l'abandon depuis 13 ans
- d'autre part, à la dégradation (colmatage) que le Dogger aurait pu localement subir lors de sa traversée par le forage. Toutefois une reprise en déviation (15°) devrait permettre de s'éloigner suffisamment de la zone colmatée.

COUPE GEOLOGIQUE PREVISIONNELLE

à l'aplomb de Saint-Gaudens

Profondeur/Altitude (m)	Cote NGF (m)	Epaisseur (m)	Lithologie	Stratigraphie	Observations
0	400				
		10	Alluvions de la Garonne	Quaternaire	pertes
10	390	1500 à 2000	Flysch : marne, grès fins à grossiers, calcaires gréseux, brèches polygéniques abondantes à la base		
?	?	?	Dolomie cristalline, vacuolaire, fissurée et calcaires ou schistes	Primaire	zone à capter



POINTIS-INARD 1

Ps-I. 1

X: 474.670 Y: 88.340 Z sol: 337,45
 Z table: 343,90

APPAREIL: EMSCO 1250 _elf ERAP 7

COMMUNE: POINTIS-INARD

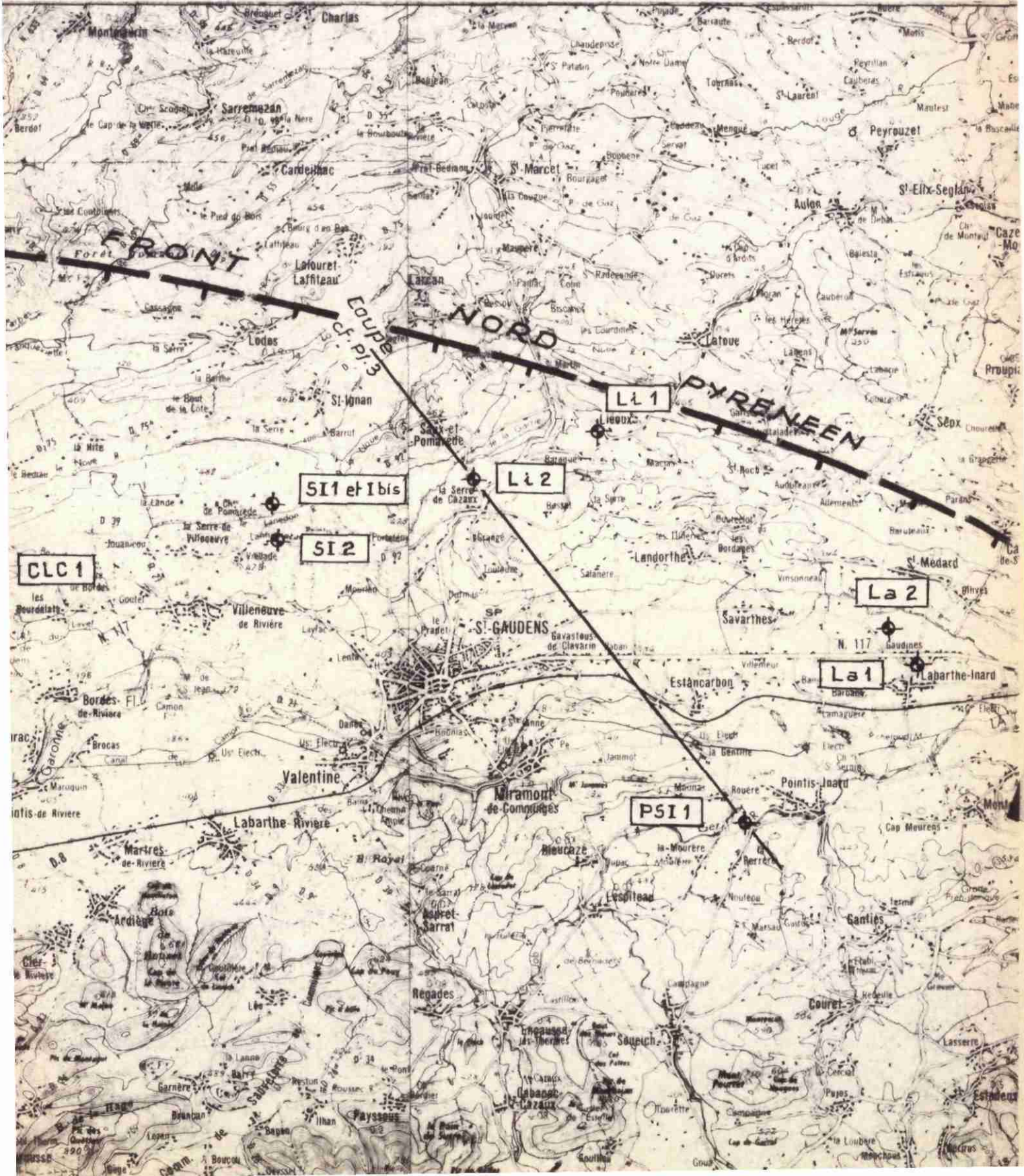
DÉPARTEMENT: 31

TRAVAUX DU: 18.3.70 AU: 12.7.70

S^T GAUDENS (31)

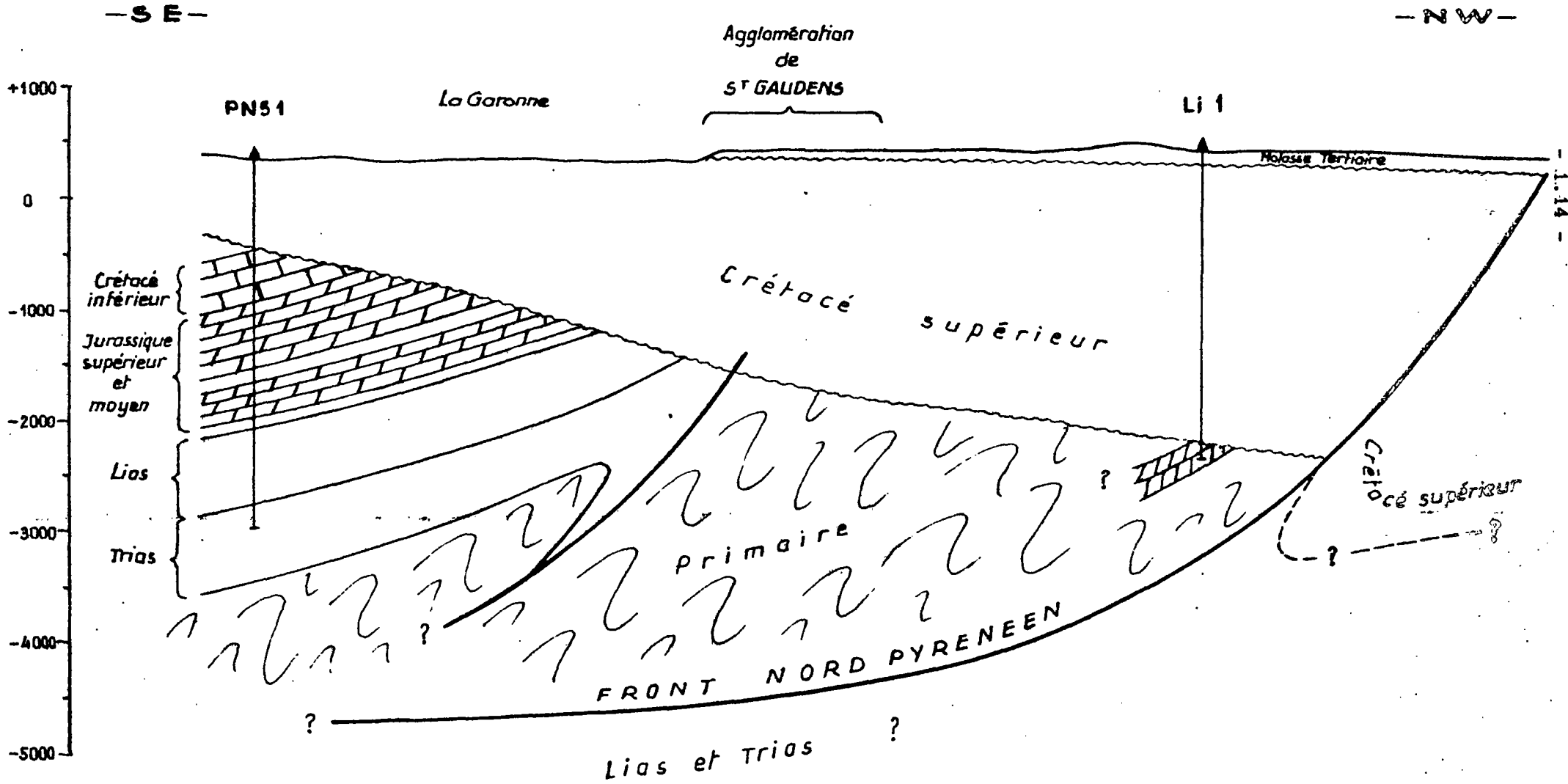
1/100 000

◆ Forage de recherche d'hydrocarbures



COUPE GEOLOGIQUE INTERPRETATIVE à l'APLOMB de ST GAUDENS (31)

1/50 000



N.B. - Seules les formations géologiques susceptibles d'être aquifères comportent un figuré lithologique

1.2. CARACTERISTIQUES D'EXPLOITATION

1.2.1. Forage de Saint-Gaudens

En l'absence de données précises sur les caractéristiques de la dolomie, on retiendra les hypothèses suivantes :

Débit exploitable	:	100 m ³ /h
Rabattement correspondant	:	200 m
Puissance de pompage (exhaure + réinjection)	:	250 kW

1.2.2. Forage de Pointis-Inard

Comme on l'a vu précédemment, on ne retiendra ici que l'hypothèse d'une exploitation des formations du Jurassique, à partir du forage pétrolier existant de Pointis-Inard.

En l'absence de données précises sur les caractéristiques de production de cet aquifère, on retiendra les hypothèses suivantes :

Débit exploitable	:	100 m ³ /h	200 m ³ /h
Rabattement correspondant:		200 m	200 m
Puissance de pompage	:	80 kW	160 kW

1.3. PROGRAMME TECHNIQUE DE FORAGE

1.3.1. Programme de forage site de Saint-Gaudens CF p. 1.17

● Puits de production

. Forage en 24" de 0 à 50 m. Pose d'un tubage 18"5/8 à cette cote et cimentation.

. Forage en 17"1/2 jusqu'à 500 m. Pose d'un tubage 13"3/8 à cette cote et cimentation.

. Forage en 8"1/2 (dévié à 35°, amorce de la déviation à 550 m) jusqu'au toit du réservoir, estimé à 1750 m. Pose d'un liner 7" et cimentation.

. Forage du réservoir en 6" jusqu'à une profondeur estimée à 2000 m (longueur forée 2300 m).

. Essais de production.

● Puits de réinjection

. Forage en 17"1/2 de 0 à 50 m. Pose d'un tubage 13"3/8 à cette cote et cimentation.

. Forage en 8"1/2 (dévié à 35°, amorce de la déviation à 550 m) jusqu'au toit du réservoir (profondeur estimée à 1750 m). Pose d'un tubage 7" à cette cote et cimentation.

. Forage du réservoir en 6", jusqu'à une profondeur estimée à 2000 m.

. Essais.

1.3.2. Reprise du forage pétrolier de Pointis-Inard CF p.18

- . Test (en pression) de l'étanchéité du tubage 9"5/8 en place
- . Reforage des bouchons de ciment jusqu'à 1730 m environ
- . Amorce de la déviation jusqu'à obtention d'une inclinaison de 10 à 15°

. Forage en 8"1/2 jusqu'au toit de l'Oxfordien

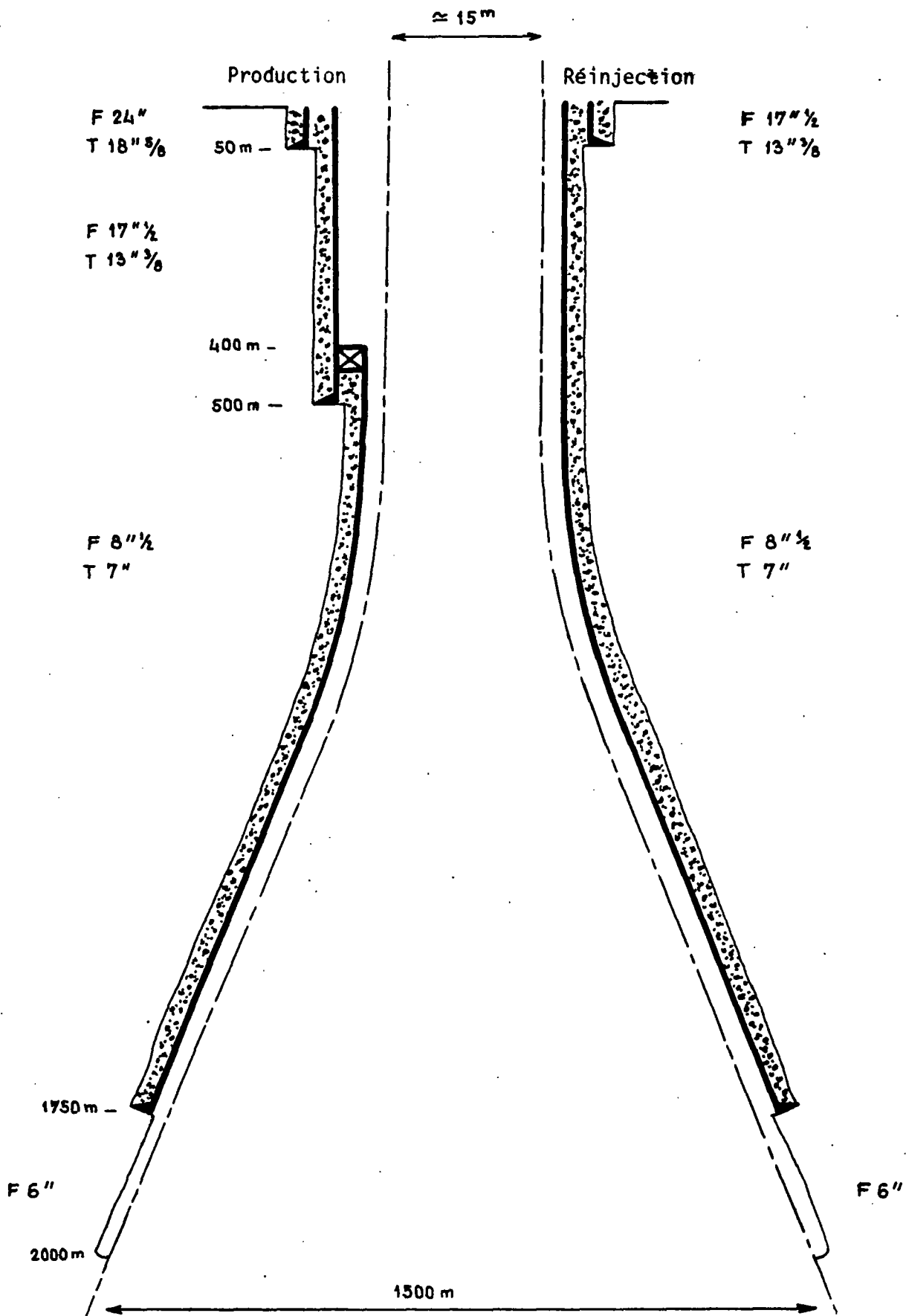
. Mise en place et cimentation d'un liner 7"

. Forage en 6" du réservoir

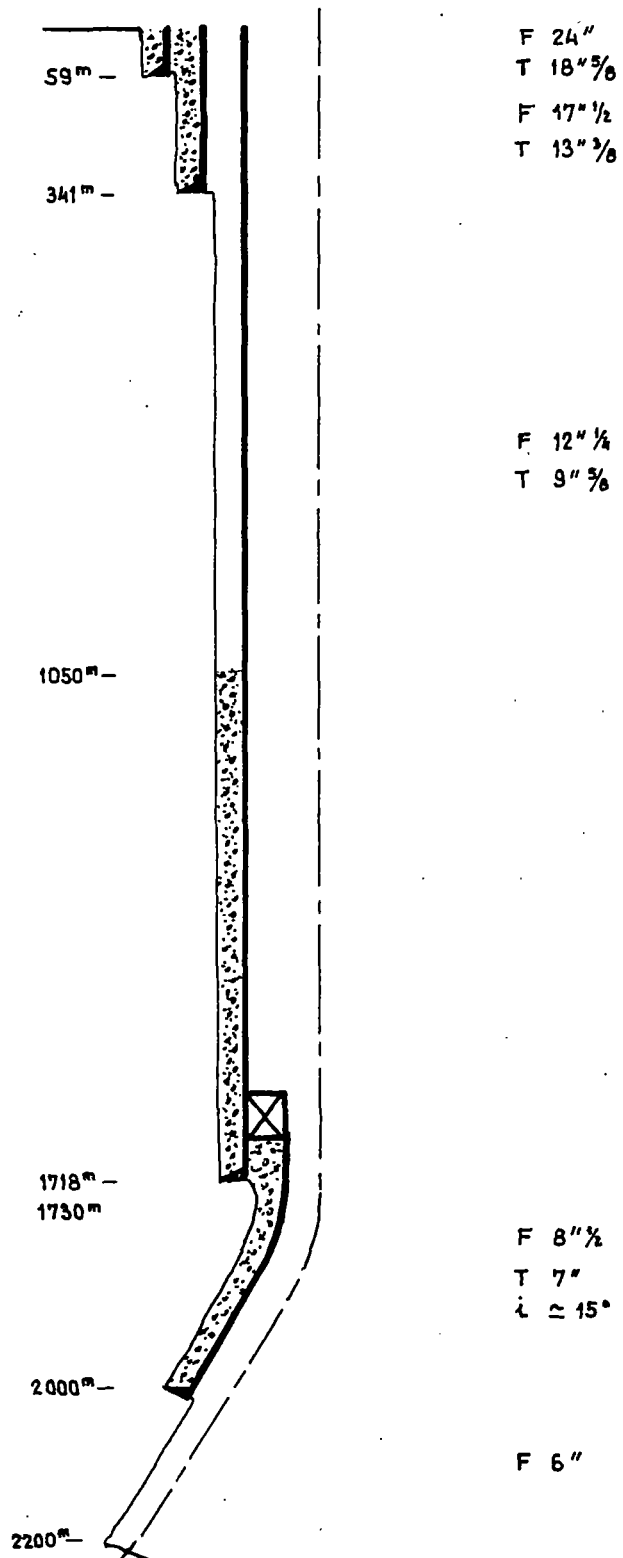
. Essais de production

. Si possibilité d'exploiter un débit supérieur à 100 m³/h : coupe du tubage 9"5/8 à la hauteur souhaitée (il n'est cimenté en principe que jusqu'à 100 m) pour aménagement d'une chambre de pompage en 13"3/8.

Doublet géothermique de Saint Gaudens



Reprise du forage de recherche d'hydrocarbures de
Pointis-Inard 1



CHAPITRE 2

ETUDE THERMIQUE

2.1. SITE DE SAINT-GAUDENS

2.1.1. Caractéristiques générales du site

2.1.1.1. Généralités

Le site de Saint-Gaudens est caractérisé par :

- l'absence de structuration du patrimoine par des réseaux urbains
- une dispersion relative des bâtiments administratifs autour de trois pôles d'activité : l'hôpital, la piscine et le centre ville
- une diffusion généralisée de la chaleur des installations équipées de radiateurs à l'exception de la piscine.

2.1.1.2. Nature de l'eau géothermale

L'eau géothermale issue de ce forage serait disponible à 57°C. Compte tenu de sa salinité, elle devra être réinjectée dans la formation après épuisement des calories par passage dans un échangeur.

Les coûts des forages d'exhaure et de réinjection doivent être amortis à l'aide d'un réseau de surface permettant de distribuer la chaleur à tous les consommateurs potentiels, ce qui exclut l'étude séparée des différents quartiers de la ville.

2.1.2. Situation du doublet

Le doublet devra se situer près de l'hôpital qui représente une part importante du potentiel de chauffage.

2.1.3. Raccordement des installations existantes

Les installations existantes seront raccordées en direct sur le réseau sans échangeur d'isolement avec :

- un poste de comptage
- une révision d'une modification des automatismes de régulation (fonctionnement en débit variable)
- un vannage automatisé permettant d'utiliser la géothermie en relèvement des installations existantes
- un préchauffage de l'eau sanitaire sur un échangeur spécialisé
- une alimentation de la piscine en série après utilisation de l'eau géothermale dans les installations des bâtiments voisins.

La nature du chauffage de la piscine permet en effet d'utiliser des eaux à basse température et de se contenter de la température des eaux de retour des bâtiments situés en amont sur le réseau.

2.1.4. Caractéristiques des consommateurs retenus

QUARTIERS	NATURE	E.C.S.	ENERGIE	EMETTEURS	T E P utiles
<u>VILLE DE SAINT GAUDENS</u>					
. hôpital	sanitaire	OUI	GAZ	radiateurs	372
. ensoleillage	logements	OUI	FOD	radiateurs	12
. école résidence	scolaire	NON	FOD	radiateurs	19
. pompiers	tertiaire	OUI	GAZ	radiateurs	10
. judo	tertiaire	NON	FOD	radiateurs	6
. centre culturel	tertiaire	OUI	FOD	radiateurs	44
. école Pillat	scolaire	NON	FOD	radiateurs	50
. Mas St Pierre	sanitaire	OUI	FOD	radiateurs	12
. L.E.P.	scolaire	OUI	FOD	radiateurs	96
. Piscine	piscine	OUI	GAZ		115
. Lycée agricole	scolaire	NON	(GAZ	radiateurs	21
			(FOD	radiateurs	13
. Lycée polyvalent	scolaire	NON	GAZ	radiateurs	131
<u>CENTRE VILLE</u>					
. Mairie	tertiaire	NON	FOD	radiateurs	21
. Tribunal	tertiaire	NON	FOD	radiateurs	27
. Collège Daurat	scolaire	NON	FOD	radiateurs	86
. S/Préfecture	tertiaire	NON	FOD	radiateurs	24
. Collège Leclerc	scolaire	NON	FOD	radiateurs	47
TOTAL					1196

2.2. SITE DE POINTIS-INARD

2.2.1. Caractéristiques générales du site

2.2.1.1. Généralités

La commune de Pointis-Inard envisage la possibilité d'implanter une usine de séchage de bois, dont les besoins énergétiques seraient susceptibles d'être couverts par géothermie, grâce à la récupération d'un forage pétrolier de reconnaissance réalisé en 1970.

2.2.1.2. Nature de l'eau géothermale

L'eau géothermale issue de ce forage serait disponible à 69°C. Compte tenu de sa faible salinité, il ne sera pas envisagé de la réinjecter, mais de la rejeter dans le canal d'amenée de l'usine hydroélectrique de l'E.D.F.

2.2.1.3. Raccordement des installations

Deux variantes peuvent être envisagées :

- Si le débit exploitable est de l'ordre de 100 m³/h, l'eau géothermale circulera dans des aérothermes assurant le réchauffage de l'air en vue de sécher le bois.

- Si le débit exploitable est de l'ordre de 200 m³/h, on étudiera une deuxième variante sur la base d'une alimentation en parallèle de l'usine de séchage et des utilisateurs recensés à Saint-Gaudens. Dans cette investigation, la ville de Saint-Gaudens sera alimentée par un débit de 60 m³/h, variable en fonction des besoins et l'usine de séchage disposera en permanence du complément de débit, soit 140 m³/h.

2.2.1.4. Caractéristiques de l'usine de séchage

L'usine de séchage serait implantée à proximité du forage de recherche d'hydrocarbures et ses caractéristiques seraient les suivantes :

Essences traitées : chêne (24500 m³ séchés / an)
résineux (10500 m³ séchés / an)

Epaisseurs à sécher : chêne : 40-50-60-70mm (égale répartition
résineux : 80-100 mm)

Taux d'humidité après séchage : chêne : 10%
résineux : 15%

- Caractéristiques de séchage (d'après les données du "Centre Technique du Bois et de l'Ameublement")

ESSENCE	CHENE			RESINEUX
	Séchage intégral dans le même séchoir	Ressuyage	Finition de séchage	
Temps de séchage moyen	8 semaines	6 mois	25 jours	15 jours
Capacité utile totale (m ³)	4000	12 000	1 800	450
Consommation calorifique horaire moyen. kCal/h	1 200 000	660 000	600 000	510 000
Puissance à installer kCal/h	2 500 000	800 000	1100 000	900 000
Consommation annuelle en TEP	1 000	540	490	430
Température de	30 à 35°C jusqu'à $\varphi=30\%$ ensuite passage progressif de 40°C à 60°C	20°C à 25°C	passage progressif de 40°C à 60°C	40°C à 65°C

Constructions des séchoirs à bois :

La chaleur géothermique serait utilisée dans des séchoirs à bois adaptés à la température de l'eau disponible.

Ces séchoirs seraient constitués de bâtiments industriels suffisamment étanches et isolés dont les modalités de construction permettent des variations fréquentes de température sans risque de désordres.

De bons résultats sont obtenus dans ce genre de construction en reportant la structure porteuse à l'extérieur de parois calorifugées.

Un cloisonnement interne compartimentera le bâtiment en cellules de capacité raisonnable permettant d'obtenir une bonne homogénéité du séchage.

Afin de limiter les manutentions successives, les cellules peuvent être éventuellement banalisées pour permettre à chacune d'elles de suivre un cycle complet, nécessaire au séchage régulier des bois.

Les échangeurs de chaleur nécessaires au chauffage de l'ambiance des locaux seront constitués d'appareils à fort débit d'air et grande surface d'échange afin d'utiliser au mieux les possibilités de la géothermie.

Ces appareils permettront d'obtenir une température intérieure d'environ 10° C en-dessous de la température de celle de l'eau dans l'installation. (écart de soufflage et pincement de 5° environ).

Compte tenu de la rotation des cycles de montée en température des différentes cellules et d'une adaptation des temps de séchage au possibilité, les températures moyennes suivantes pourraient être maintenues en hiver :

- avec un débit géothermal de 140 m ³ /h à 69° C	- résineux ...	56°C
	- finition ...	49°C
	- séchage ...	32°C
	- ressuyage ...	20°C
- avec un débit de 200 m ³	- résineux ...	59°C
	- finition ...	54°C
	- séchage ...	41,5°C
	- ressuyage ...	31°C

Un débit de 100 m³/h nécessiterait la mise en place d'une chaufferie d'appoint de 2 MWh utilisée pour assurer les besoins de température les plus élevés.

2.3. CAS ETUDIES

2.3.1. Simulations de fonctionnement

Il a été effectué les simulations de fonctionnement suivantes :

- . pompage de 100 m³/h à 57°C Forage de Saint-Gaudens
- . pompage de 100 m³/h à 69°C (Forage de Pointis-Inard
- . pompage de 200 m³/h à 69°C)

2.3.2. Résultats des simulations informatiques

2.3.2.1. Site de Saint-Gaudens

	besoins énergétiques	possibilités géothermiques	couverture %
eau à 57°C 100 m ³ /h	11 060	6 812	61,6
eau à 69°C 60 m ³ /h	11 060	8 630	78,0

2.3.2.2. Site de Pointis-Inard

	besoins énergétiques MWh	possibilités géothermiques MWh	couverture %
200 m ³ /h	28 600	28 600	100
140 m ³ /h	28 600	28 600	100
100 m ³ /h	28 600	22 880	80

2.3.2.3. Alimentation en parallèle Saint-Gaudens-Pointis-Inard

	besoins énergétiques MWh	possibilités géothermiques MWh	couverture %
200 m ³ /h	39 660	37 230	94

CHAPITRE 3

ETUDE TECHNICO ECONOMIQUE

NB - Toutes les évaluations sont données en kF H.T. fin 1983.

3.1. VARIANTE 1 : 100 m³/h - 57°C - ALIMENTATION DE SAINT-GAUDENS SEULE

3.1.1. Investissements

. Forage	17 000 KF
. Bâtiment	250 KF
. Echangeur	600 KF
. Transformateur	100 KF
. Réseau de surface, longueur : 4,5 km, isolé bitube	7 500 KF
. Modification chaufferies abonnés	1 100 KF

TOTAL

26 550 KF

=====

=====

	DEPENSES (KF)	ECONOMIES (KF)
3.1.2. EXPLOITATION		
a) P1 - COMBUSTIBLE		
- économie sur F O D (41% des besoins) 0,41 x 11060 MWh x 242 F / MWh x 0,62 couvert		680
- économie sur gaz (59% des besoins) 0,59 x 11060 MWh x 165 F/MWh x 0,62 couvert		668
- dépenses de pompage de puits 1200 MWh à 450 F/MWh	540	
- dépenses de pompage réseau	34	
b) P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE		
. Forages	580	
. Réseau	170	
. Installation abonnés		
BALANCE	1324	1348
BILAN TOTAL	24	
RETOUR BRUT		

3.2. VARIANTE n° 2 - OPERATION POINTIS-INARD SEULE

La comparaison des investissements occasionnés par l'utilisation de la géothermie par rapport à une chaufferie au fioul lourd peut être évaluée à :

	<u>Fioul lourd</u>	<u>Géothermie</u>
. Chaufferie fioul lourd	3 900 KF	
. Aérothermes basse température (plus-value)		2 350 KF
. Tuyauterie intérieure basse température (plus-value)		400 KF
. Réseau extérieur supplémentaire (100 m)		100 KF
	-----	-----
TOTAL	3 900 KF	2 850 KF
. Chaufferie de 2 MW (si débit de 100 m ³ /h)		1 200 KF

		4 050 KF

3.2.1. Usine de séchage seule : débit de 140 m³/h

3.2.1.1. Coût de l'investissement complémentaire par rapport à une solution traditionnelle chaufferie fioul lourd

. Forage	4 400 KF
. Bâtiment	250 KF
. Echangeur	140 KF
. Transformateur	150 KF
. Réseau de surface, longueur 2600 m, isolé sur 600 m, monotube	2 180 KF
. Gain sur absence de chaufferie	- 1 050 KF

TOTAL	6 070 KF
	=====

3.2.1.2. <u>Exploitation :</u>	DEPENSES (KF)	ECONOMIES (KF)
<u>a/ P1 - COMBUSTIBLE</u>		
- économie sur fioul lourd 25600 MWh à 156 F/MWh		3 994
- dépenses de pompage du puits 980 MWh à 450 F/MWh	441	
- dépenses de pompage du réseau 210 MWh x 450 F/MWh	94	
- consommation supplémentaire des aérothermes	223	
 <u>b/ P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE</u>		
. Forage	110	
. Réseau	140	
. Installation abonnés		
BALANCE	1008	3 994
BIAN TOTAL		2 986
RETOUR BRUT		2 ans

3.2.2. Usine de séchage seule : débit de 100 m³/h

3.2.2.1. Coût de l'investissement complémentaire par rapport à une solution traditionnelle chaufferie fioul lourd

. Forage	4400 KF
. Bâtiment	250 KF
. Echangeur	100 KF
. Transformateur	100 KF
. Réseau de surface, longueur 2600 m, isolé sur 600 m, monotube	1 950 KF
. Economie chaufferie moins chaufferie d'appoint	+ 150 KF

TOTAL :	6 950 KF
=====	=====

	DEPENSES (KF)	ECONOMIES (KF)
<u>3.2.2.2. Exploitation</u>		
<u>a/ P1 - COMBUSTIBLE</u>		
- économie sur fioul lourd 22880 MWh à 156 F/MWh		3 569
- dépenses de pompage du puits 700 MWh à 450 F/MWh	315	
- dépenses de pompage du réseau	80	
- consommation supplémentaire des aérothermes	180	
<u>b/ P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE</u>		
. Forage	110	
. Réseau	120	
. Installation abonnés		
BALANCE	805	3 569
BILAN TOTAL		2 764
RETOUR BRUT		2,5 ans

3.2.3. Opération combinée Saint-Gaudens - Pointis-Inard (200 m³/h)

3.2.3.1. Coût de l'investissement complémentaire par rapport à une solution traditionnelle chaufferie fioul lourd

. Forage	4 400	KF
. Bâtiment	250	KF
. Echangeur	200	KF
. Transformateur	150	KF
. Réseau de surface vers Saint Gaudens à 60 m ³ /h y compris réseau dans Saint- Gaudens).	11 160	KF
. Modification chaufferies abonnés	1 100	KF
. Réseau d'alimentation de l'usine	1 940	KF
. Incidence chauffage géothermique	1 050	KF

TOTAL	: 18 150	KF
=====	=====	

	! DEPENSES !	! ECONOMIES !
	! (KF) !	! (KF) !
<u>3.2.3.2 Exploitation</u>		
a/ <u>P1 - COMBUSTIBLE</u>		
- économie sur FOD (41 % des besoins de St Gaudens)		85
0,41 x 11060 MWh x 242 F/MW h x 0,78 couvert		
- économie sur gaz (59 % des besoins de Saint Gaudens)		840
0,59 x 11060 MWh x 165 F/MWh x 0,78 couvert		
- économie sur fioul lourd (Pointes Inard) 25600 MWh x 156 F/MWh'		3 994
- Dépenses de pompage du puits 1400 MWh à 450 F/MWh	631	
- Dépenses de pompage du réseau :		
. vers Saint Gaudens	30	
. vers usine	94	
- consommation supplémentaire des aérothermes de l'usine 450 MWh à 450 F/MWh	223	
b// <u>P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE</u>		
. Forage	110	
. Réseau	400	
. Installation abonnés		
BALANCE	1 488	5 689
BILAN TOTAL		4 201
RETOUR BRUT		4,3 ans

CONCLUSIONS

La présente étude met clairement en évidence l'intérêt que présente la récupération du forage de recherche d'hydrocarbures de Pointis-Inard, en vue d'une exploitation géothermique.

En effet, le temps de retour du coût de l'investissement complémentaire que représente le recours à une telle solution par rapport à une solution type chaudière au fioul en vue d'assurer le fonctionnement d'une usine de séchage est très faible (de 2 à 2,5 ans), pour une économie annuelle brute comprise entre 2 288 TEP (hypothèse 100 m³/h) et 2 860 TEP (hypothèse 140 m³/h).

Toutefois la possibilité de rejeter des eaux légèrement minéralisées en surface devra être examinée avec les autorités compétentes. Dans le cas où une telle solution ne s'avèrerait pas envisageable, il serait nécessaire de recourir à la réinjection, soit un surcoût de l'ordre de 10 MF qui porterait le délai de retour à environ 6 ans.

RODEZ
ONET-LE-CHATEAU

(Aveyron)

TABLE DES MATIERES

Plan de l'agglomération	2.3
CHAPITRE 1 - Etude géologique	2.4
1.1 - Analyse du site	2.5
1.1.1 - Implantation	2.5
1.1.2 - Choix de l'aquifère	2.5
1.1.3 - Analyse de l'aquifère	2.5
1.1.3.1 - Caractéristiques	2.5
1.1.3.2 - Température	2.5
1.1.3.3 - Hydrochimie	2.6
1.1.4 - Définition du risque	2.6
1.1.5 - Conclusion	2.6
- Coupe géologique prévisionnelle	2.7
- Plan de situation à 1/100 000	2.8
- Coupe géologique interprétative passant par Rodez	2.9
1.2 - Caractéristiques d'exploitation	2.10
1.3 - Programme technique de forage	2.10
- Coupe de forage	2.10
CHAPITRE 2 - Etude thermique	2.11
2.1 - Caractéristiques générales du site	2.12
2.1.1 - Généralités	2.12
2.1.2 - Nature de l'eau géothermale	2.13
2.1.3 - Implantation des puits	2.13
2.1.4 - Cas étudiés	2.14
2.2 - Caractéristiques des consommateurs retenus ..	2.14
2.3 - Equipements envisagés - Bilans thermiques	2.15
2.3.1 - Implantation chez les abonnés	2.15
2.3.2 - Implantation en tête de réseau	2.15
2.3.3 - Fonctionnement de P.A.C. avec moteur thermique	2.16
2.3.4 - Installation de P.A.C. à moteur thermique	2.17
2.3.5 - Résultat des simulations	2.17

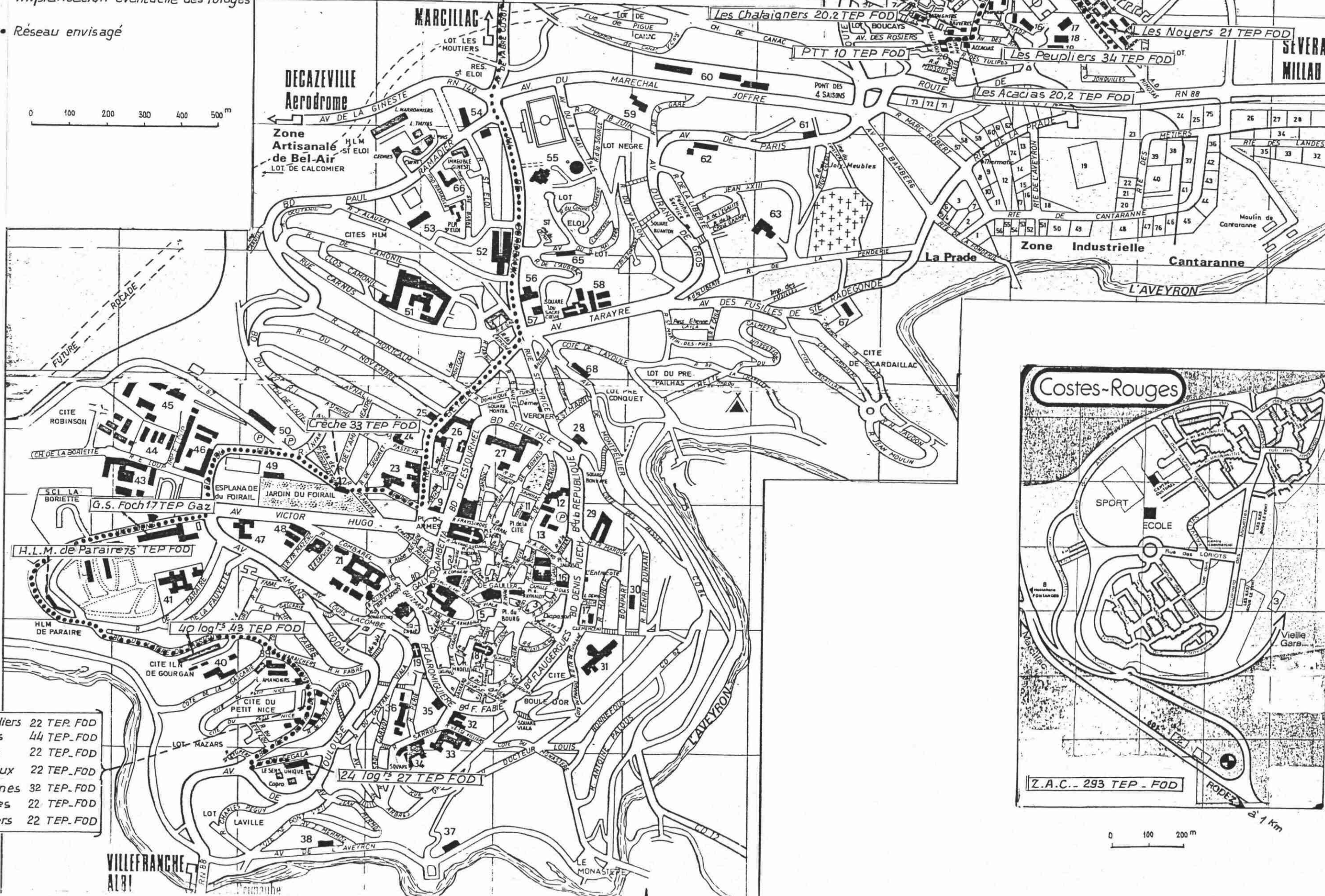
CHAPITRE 3 - Etude technico-économique	2.18
3.1 - ZAC 4 saisons à ONET LE CHATEAU	2.19
3.1.1 - Variante 100 m ³ /h, électrique avec heures de pointe ..	2.19
3.1.2 - Variante 100 m ³ /h, électrique sans heures de pointe ..	2.21
3.1.3 - Variante 100 m ³ /h, moteur thermique	2.23
3.1.4 - Variante 100 m ³ /h, PAC décentralisée	2.25
3.2 - ZAC Costes Rouges à ONET LE CHATEAU	2.27
3.2.1 - Variante 100 m ³ /h, électrique avec heures de pointe ..	2.27
3.2.2 - Variante 100 m ³ /h, électrique sans heures de pointe ..	2.29
3.2.3 - Variante 100 m ³ /h, moteur thermique gaz	2.31
3.3 - RODEZ : ZAC des Gournans et Quartier Petit Nice	2.33
- Variante 100 m ³ /h PAC décentralisée	2.33
CONCLUSIONS	2.35
Récapitulation des solutions	2.37

RODEZ (12)

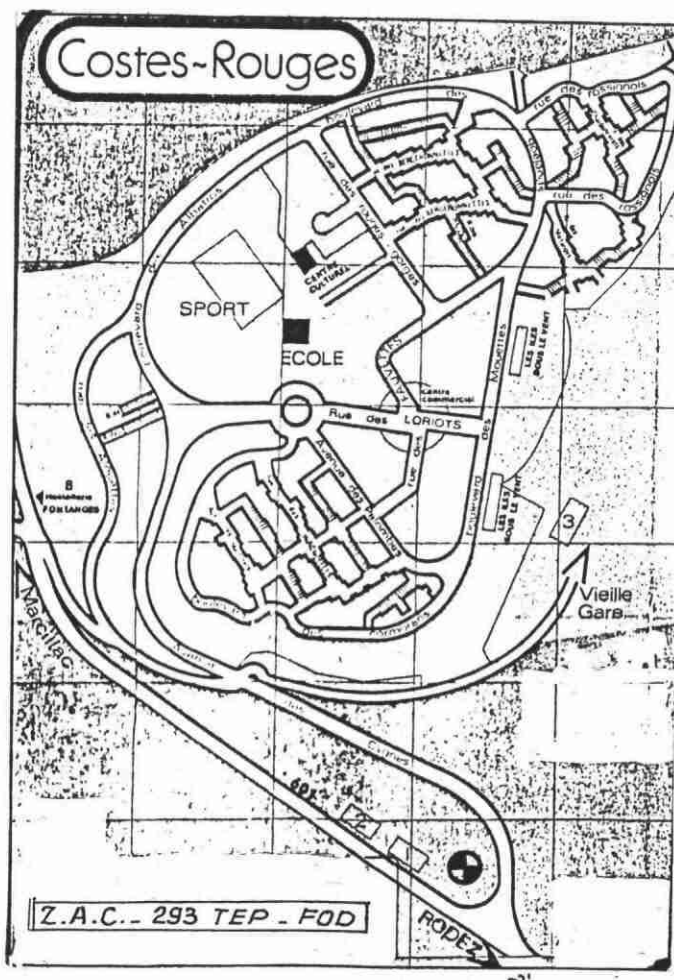
Vers la Z.A.C de Costes-Rouges
à 1 Km

● Implantation éventuelle des forages

..... Réseau envisagé



- Les Amandiers 22 TEP FOD
- Les Erables 44 TEP FOD
- Les Genêts 22 TEP FOD
- Les Bouleaux 22 TEP FOD
- Les Platanes 32 TEP FOD
- Les Fresnes 22 TEP FOD
- Les Cerisiers 22 TEP FOD



VILLEFRANCHE ALBI

CHAPITRE I

ETUDE GEOLOGIQUE

1.1. ANALYSE DU SITE*

1.1.1. Implantation

CF plan de l'agglomération (p. 2.1).

1.1.2. Choix de l'aquifère (CF p.2.7)

Dans la partie concernée de l'agglomération, sous les argilites et grès fins du Saxonien, seul l'Autunien, et éventuellement le Stéphanien sous-jacent, pourraient constituer un objectif. Les séries autuno-stéphaniennes sont en continuité et représentées par des pélites et grès fins à conglomératiques. Ces derniers sont très abondants à la base, au-dessus du socle gneissique.

La profondeur et l'épaisseur de ces séries restent à déterminer, les sondages réalisés à ce jour n'intéressent en effet que la bordure immédiate du bassin :

884-5-41 de 110 à 196 m

884-6-2 de 328 à 403 m (socle non atteint)

et très récemment ceux implantés dans la zone industrielle de la Prade :

884-5-66 de 135 à 175 m

884-5-67 de 170 à 210 m (socle non atteint)

1.1.3. Analyse de l'aquifère

1.1.3.1. Caractéristiques :

Elles sont a priori variables dans un milieu à perméabilité de fissures et fractures. Les sondages 884-5-41, 66 et 67 ont mis en évidence des venues artésiennes jaillissantes. Les résultats des pompages réalisés sur les deux sondages récents de la Prade sont incomplets : l'ouvrage 884-5-67 serait colmaté et le 884-5-66 n'offrirait pour des débits inférieurs à 10 m³/h qu'un rabattement spécifique de 10 m/m³/h.

1.1.3.2. Température :

On ne dispose d'aucune indication. On adoptera une température de 25°C.

* On se reportera pour le contexte régional à la 1ère partie du rapport chapitre 1.1. et aux planches 42 et 43 correspondantes ci-annexées en pages 2.8 et 2.9.

1.1.3.3. Hydrochimie :

On ne dispose que d'indications fournies par le récent sondage 884-5-66 en bordure du bassin. L'eau de type bicarbonée sodique a un résidu sec de 2,14 g/l et est légèrement émulsionnée de gaz carbonique. L'analyse est la suivante :

CO ₃ H	: 0,982 g/l	Ca	: 0,009 g/l
Cl	: 0,261 g/l	Mg	: 0,009 g/l
SO ₄	: 0,405 g/l	Na	: 0,720 g/l
		K	: 0,008 g/l

1.1.4. Définition du risque

Dans l'état actuel des connaissances, aucune prévision ne peut être valablement exprimée.

1.1.5. Conclusion

Il importerait par une étude géophysique préalable d'apprécier la profondeur du socle gneissique et d'en déduire l'épaisseur de l'Autunien-Stéphanien.

Il est à noter que, dans l'hypothèse où la réalisation d'une opération de géothermie serait à envisagée à Rodez, le financement de la campagne géophysique préliminaire pourrait être couvert par l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, la C.E.E. et le cas échéant l'Etablissement Public Régional Midi-Pyrénées. Le coût de cette étude géophysique préliminaire est estimée à 600 kF (Fin 1983).

R O D E Z

COUPE GEOLOGIQUE PREVISIONNELLE

Profondeur/ sol (m)	Cote NGF (m)	Epais. seur (m)	Lithologie	Stratigraphie	Observation
0	520 env.	200 à 400 m	Argilites et grès fins	Saxonien	
?	?	?			
		100 à 200 m	Pélites et grès fins à grossiers conglomératiques à la base, fissurés.	Autunien et Stéphanien	Zones éven- tuelles à capter
?	?		Gneiss	socle	

RODEZ (12)

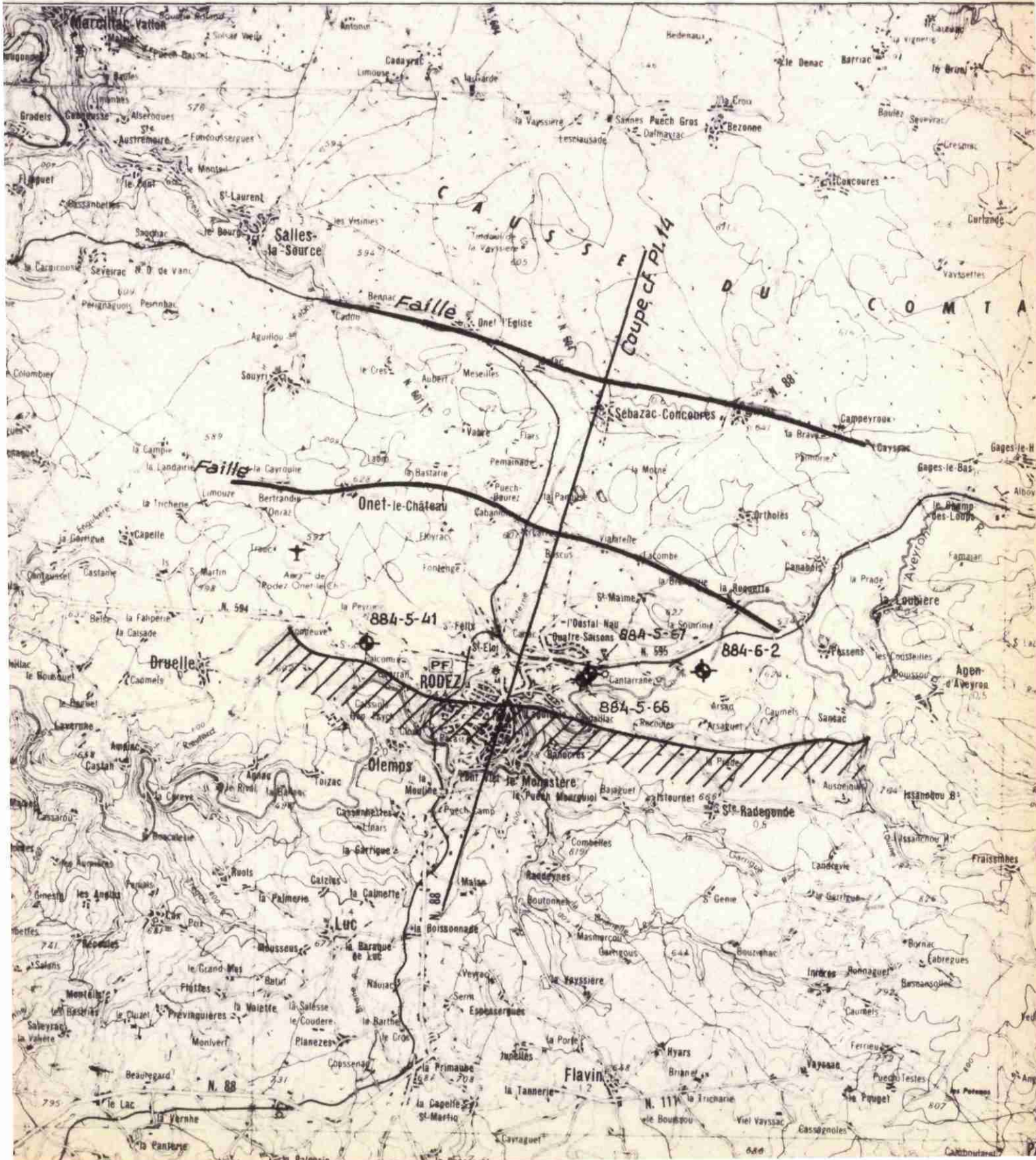
1/100.000



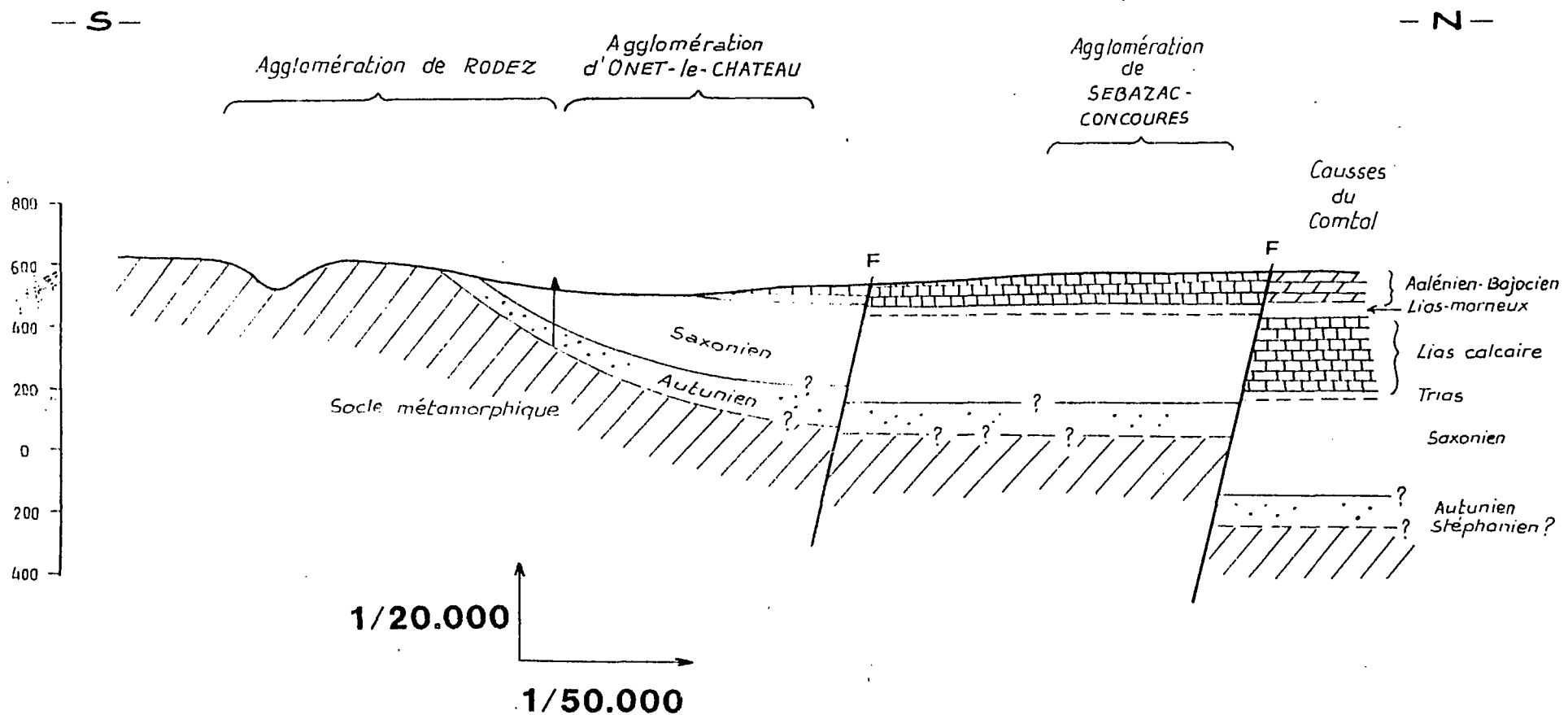
Sondage



Limite septentrionale des affleurements du socle cristallin



COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE à l'APLOMB de RODEZ (12)



- 2.9 -

N.B. ... Seules les formations géologiques susceptibles d'être aquifères comportent un figuré lithologique.

1.2. CARACTERISTIQUES D'EXPLOITATION

Il est très probable que l'eau de l'Autuno-Stéphanien soit peu minéralisée (2 g/l). Une telle valeur permettant d'envisager a priori un rejet en surface, on retiendra pour la suite de l'étude, l'hypothèse d'une exploitation en puits unique.

En l'absence de données précises sur les caractéristiques de production de cet aquifère, on retiendra l'hypothèse suivante :

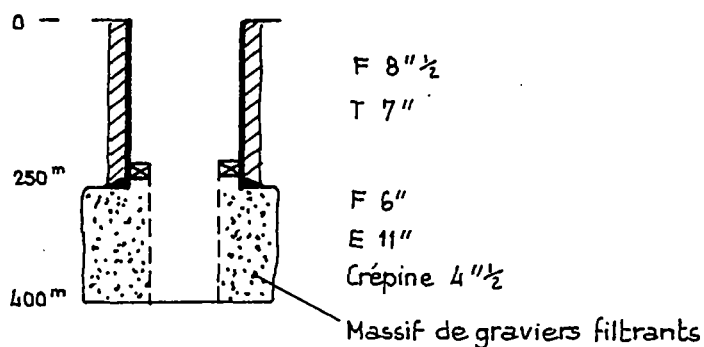
Débit exploitable : 100 m³/h

Rabatement correspondant : 50 m

Puissance de pompage : 20 kW

1.3. PROGRAMME TECHNIQUE DE FORAGE

- . Forage en 8"1/2 jusqu'à 250 m environ
- . Tubage en 7" et cimentation
- . Forage du réservoir jusqu'à 400 m en 6"
- . Elargissage en 11"
- . Pose d'une crépine 4" 1/2 et mise en place d'un massif de graviers filtrants
- . mise en production



CHAPITRE 2

ETUDE THERMIQUE

2.1 - CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

2.1.1. Généralités

Le site de Rodez porte sur le territoire des communes d'ONET-le-CHATEAU et de RODEZ. Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

- . socle rocheux, au sud de la route de Séverac et du chemin de Canac qui oblige à implanter les forages dans la partie nord de la ville
- . seuls les équipements de chauffage de la ZAC des 4 saisons et de la ZAC des Costes Rouges d'Onet-le-Château sont structurés, chacun sur une chaufferie
- . les bâtiments publics de Rodez sont dispersés sur l'ensemble de la ville, un potentiel important de consommateurs étant toutefois regroupé dans le quartier de la cité des Gournans
- . un lycée technique de Rodez, gros consommateur, fonctionne au charbon; de ce fait, il est peu intéressé par une géothermie basse température.

En règle générale, l'émission de chaleur est faite par l'intermédiaire de radiateurs ou de convecteurs à l'exception de la piscine dont les calories sont diffusées par échangeur sur l'eau du bassin et par batterie sur l'air pour le chauffage du hall.

La ZAC des 4 saisons de ONET-LE-CHATEAU comporte une chaufferie centrale dont le comportement isolé est identique à celle des Costes Rouges mais qui peut être raccordée à un ensemble de consommateurs potentiels.

2.1.2. Nature de l'eau géothermale

L'énergie géothermale, à une température de 25°C, ne peut être utilisée qu'après réhabilitation thermo-dynamique par une pompe à chaleur.

Compte tenu du rapport de prix entre le MWh issu du fioul domestique et celui produit par l'électricité, le coefficient de performance de la pompe à chaleur doit être maintenu en permanence au-dessus de 2,5 ; ce qui exclue le réchauffage permanent de l'eau chaude sanitaire à une température suffisante.

L'eau géothermale pourra éventuellement assurer un préchauffage de l'eau chaude sanitaire, l'appoint étant assuré par les équipements existants. La température de l'eau, à la sortie de la pompe à chaleur, sera modulée en fonction de la température extérieure avec une limitation à 55°C.

2.1.3. Implantation des puits

S'agissant de forage à faible profondeur, un forage supplémentaire doit être prévu lorsque son coût est inférieur au coût de la liaison entre 2 consommateurs.

Sur ce principe, les ZAC des Costes Rouges et des 4 saisons seront munies toutes deux de leur puits.

2.1.4. Cas étudiés

Il a été simulé le fonctionnement d'une installation sur les zones suivantes :

- ZAC des 4 saisons
 - ZAC des Costes Rouges
 - Quartier de Petit Nice - les Gournans à RODEZ
- } ONET LE CHATEAU

2.2. CARACTERISTIQUES DES CONSOMMATEURS RETENUES

QUARTIERS	NATURE	E.C.S.	ENERGIE	EMETTEUR	T. E. F. utiles
<u>ONET-LE-CHATEAU</u>					
4 saisons					
Mairie	tertiaire	OUI	GAZ	convecteurs	11
Ecole les Genêts	Scolaire	NON	FOD	radiateurs	18
Les Ormes	logements	OUI	FOD	radiateurs	48
ZAC 4 saisons	logements	OUI	FOD	convecteurs	290
1er groupe scolaire	scolaire	NON	FOD	radiateurs	43
Les Peupliers.	logements	NON	FOD	radiateurs	34
Les Eglantines	logements	NON	FOD	radiateurs	34
Les Noyers	logements	NON	FOD	radiateurs	21
Les Chataigniers	logements	NON	FOD	radiateurs	20
Les Bruyères	logements	NON	FOD	radiateurs	20
Les Acacias	logements	NON	FOD	radiateurs	20
PTT ONET	tertiaire	OUI	FOD	radiateurs	10
Maison pour tous	tertiaire	OUI	FOD	radiateurs	14
TOTAL RACCORDE					583
<u>ONET-LE-CHATEAU</u>					
ZAC Costes Rouges	Logements	OUI	FOD	convecteurs	293
<u>Quartier Petit Nice</u>					
<u>Les Gournans (RODEZ)</u>					
G.S. Foch	scolaire	NON	GAZ	radiateurs	17
H.L.M. Paraire	60 Logements	NON	FOD	radiateurs	75
Les Platanes	28 Logements	NON	FOD	radiateurs	32
Les Erables	38 Logements	NON	FOD	radiateurs	44
Les Bouleaux	20 Logements	NON	FOD	radiateurs	22
Les Fresnes	20 Logements	NON	FOD	radiateurs	22
Les Cerisiers	20 Logements	NON	FOD	radiateurs	22
Les Genêts	20 Logements	NON	FOD	radiateurs	22
Les Amandiers	20 Logements	NON	FOD	radiateurs	22
40 logements	Logements	NON	FOD	radiateurs	43
24 logements	Logements	OUI	FOD	radiateurs	27
Crèche (jardin foirail)		OUI	FOD		33
TOTAL RACCORDE					381

2.3 - EQUIPEMENTS ENVISAGES - BILANS THERMIQUES

Les pompes à chaleur peuvent être installées soit chez les abonnés soit en tête de réseau

2.3.1. IMPLANTATION CHEZ LES ABONNES

Dans ce cas, les pompes à chaleur fonctionnent en relèvement de chaudière (type PERCHE)

Le réseau urbain n'est pas calorifugé (monotube non isolé) et l'eau de refroidissement est renvoyée à l'égout après usage (sous réserve d'exonération de redevance Agences de Bassin).

L'installation électrique des abonnés est à renforcer et la consommation électrique est effectuée en basse tension

Au rejet, l'eau peut être utilisée pour d'autres usages (eau industrielle)

2.3.2. IMPLANTATION EN TETE DE RESEAU

Les pompes à chaleur sont installées dans le bâtiment tête de puits, ce qui permet de bénéficier du tarif moyenne tension

La distribution urbaine est prévue aller et retour, en tubes isolés

Le raccordement des abonnés comporte un poste de comptage et deux vannes de régulation

Les installations intérieures des abonnés sont modifiées pour fonctionner à débit variable avec préchauffage de l'eau chaude sanitaire

2.3.3. FONCTIONNEMENT DE PAC AVEC MOTEUR THERMIQUE

Dans la configuration de PAC centralisée, il est possible d'envisager l'entraînement de la PAC par un moteur thermique à gaz dont le refroidissement serait assuré par l'eau du réseau

Les calories habituellement évacuées dans le réseau de refroidissement seraient récupérées pour le chauffage et l'énergie mécanique serait utilisée pour l'entraînement de la pompe à chaleur.

Le bilan énergétique du moteur est le suivant :

. Energie consommée (PCI)	1
. Energie mécanique	0.322
. Energie refroidissement huile et cylindres	0,352
. Energie de refroidissement échappement (sans condensation)	0,194
. Energie récupérable par échangeur avec condensation (entrée d'eau à 60° C)	0,078

L'énergie mécanique transmise à la pompe à chaleur étant récupérée pour le chauffage avec un coefficient multiplicateur égal au C.O.P le bilan pour 1 kW PCI dépense est le suivant :

$(E_M \times C.O.P.) + \Sigma E \text{ récupérée}$

$$0,322 \times 4,32 + \left(0,352 + 0,194 + 0,078 \right) = 2,015 \text{ kW utilisables}$$

Le C.O.P. apparent en GAZ (PCI) devient $\frac{2,015}{1} = 2,015$

La puissance disponible par la récupération est de 45% de la puissance de la pompe à chaleur ; ce qui en majore d'autant la puissance apparente

2.3.4. INSTALLATION DE PAC A MOTEUR THERMIQUE

Le taux de disponibilité des moteurs thermiques n'est que de 90%, compte tenu des périodes d'entretien.

En conséquence, il est prévu deux unités PAC moitié de puissance.

Par ailleurs en raison du prix de l'énergie électrique en période d'été, les compresseurs seront entraînés par des moteurs électriques qui pourront être utilisés en secours.

2.3.5. RESULTAT DES SIMULATIONS

Les simulations ont été effectuées pour la puissance maximum appelée en fonction de la température extérieure. Les coefficients de performance calculés tiennent compte de l'emploi de régulation permettant d'obtenir le taux de compression minimal.

Les simulations de fonctionnement font apparaître les résultats suivants :

	ZAC 4 saisons + à ONET	ZAC Costes Rouges à ONET	Petit Nice Les Gournans à RODEZ
Besoin énergétique	5 830 MWh	2 930 MWh	3 810 MWh
Energie produite par la PAC	2 745 MWh	1 789 MWh	2 157 MWh
Energie consommée par la PAC	637 MWh	414 MWh	487 MWh
C.O.P. moyen annuel	4,30	4,32	4,42
Puissance électrique PAC	257 kW	150 kW	190 kW

CHAPITRE 3

ETUDE TECHNICO ECONOMIQUE

NB - Toutes les évaluations sont données en kF H.T. fin 1983.

3.1. ZAC 4 SAISONS à ONET-LE CHATEAU

3.1.1. Variante 100 m³/h électrique avec heures de pointe

Estimation des coûts

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	1 900 kF
. Bâtiment	0
. Pompe à chaleur de 250 kW	500 kF
. Transformateur de 315 kVA	150 kF
. Réseau de surface isolé bitube	1 760 kF
. Aménagement chaufferies existantes	700 kF

TOTAL INVESTISSEMENT 5 010 kF
=====

EXPLOITATION

a) P1 - COMBUSTIBLE

- économie sur FOD

2 745 MWh x 242 F/MWh

électricité (637 MWh x 450 F/MWh)

- dépenses de pompage du puits

80 MWh à 450 F/MWh)

- dépenses de pompage du réseau

b) P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE

- Forage

- P.A.C.

- réseau

- installation abonnés

BALANCE

BILAN TOTAL

RETOUR BRUT

	DEPENSES (kF)	ECONOMIES (kF)
		664,3
	287	
	36	
	34	
	10	
	40	
	52	
	35	
	494	664,3
	170,3	
	29,4 ans	

3.1.2. Variante 100 m³/h électrique sans heures de pointe

Estimation des coûts

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	1 900 kF
. Bâtiment	0
. Pompe à chaleur de 250 kW	500 kF
. Transformateur de 315 kVA	150 kF
. Réseau de surface isolé bitube	1 760 kF
. Chaufferies aménagement	700 kF

TOTAL INVESTISSEMENT 5 010 kF
=====

EXPLOITATION

a) P1 - COMBUSTIBLE

- économie sur FOD
2 418 MWh x 242 F/MWh
- dépenses moteur P.A.C.
électricité (561 MWh x 380 F/MWh)
- dépenses de pompage du puits
71 MWh à 380 F/MWh
- dépenses de pompage réseau

b) P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE

- Forage
- P.A.C.
- Réseau
- Installation abonnés

BALANCE

BILAN TOTAL

RETOUR BRUT

	DEPENSES (kF)	ECONOMIES (kF)
		585
	213	
	32	
	34	
	10	
	40	
	52	
	35	
	416	585
		169
		29,6 ans

3.1.3. Variante 100 m³/h moteur thermique

Estimation des coûts

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	1900 kF
. Bâtiment	225 kF
. Pompe à chaleur de 125 kW (2)	600 kF
. Transformateur de 150 kVA(2)	100 kF
. Moteur thermique gaz de 150 kW (2)	400 kF
. Echangeur récupération refroidissement	} 150 kF
. Echangeur récupérateur échappement	
. Réseau de surface isolé bitube	1760 kF
. Chaufferies aménagement	700 kF

=====
TOTAL INVESTISSEMENT 5835 kF
=====

EXPLOITATION

a) P1 - COMBUSTIBLE

- économie sur FOD

2 745 MWh x 242 F/MWh x 1,45 récupération
pertes

963

- dépenses moteur P.A.C.

gaz 3 980/2,01 MWh x 165 F/MWh

327

- dépenses de pompage du puits

80 MWh à 450 F/MWh

36

- dépenses de pompage réseau

34

b) P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE

- Forage

10

- P.A.C.

48

- Moteur thermique

66

- Réseau

52

- Installation abonnés

35

BALANCE

608

963

BILAN TOTAL

355

RETOUR BRUT

16,4 ans

3.1.4. Variante 100 m³/h PAC décentralisée

Estimation des coûts

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	1 900 kF
. Bâtiment	100 kF
. Pompe à chaleur de 250 kW dont 1 de 150 kW (13).....	800 kF
. Réseau de surface non isolé monotube	480 kF
. Chaufferies aménagement	800 kF

TOTAL INVESTISSEMENT 4 080 kF
=====

EXPLOITATION

a) P1 - COMBUSTIBLE

- économie sur F O D
2 745 MWh x 242 F /MWh

- dépenses moteur P.A.C. (50% en B.T.)
électricité (637 MWh x 4,77 F/MWh)

- dépenses de pompage du puits (M.T.)
80 MWh à 450F/MWh

- dépenses de pompage réseau

b) P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE

. Forage

. P.A.C.

. Réseau

. Installation abonnés

	DEPENSES (kF)	ECONOMIES (kF)
		664
	304	
	36	
	34	
	10	
	80	
	14	
	40	
BALANCE	518	664
BILAN TOTAL		146
RETOUR BRUT		27,9 ans

3.2. ZAC COSTES ROUGES à ONET-LE-CHATEAU

3.2.1. Variante 100 m³/h électrique avec heures de pointe

Estimation des coûts

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	1 900 kF
. Bâtiment	0
. Pompe à chaleur de 150 kW	300 kF
. Transformateur de 250 kVA	100 kF
. Chaufferies modification	50 kF

TOTAL INVESTISSEMENT 2 350 kF

=====

EXPLOITATION

a) PI - COMBUSTIBLE

- économie sur FOD
1 789 MWh x 242 F/MWh
- dépenses moteur P.A.C.
électricité (414 MWh x 450 F/MWh)
- dépenses de pompage du puits
80 MWh à 450 F/MWh

b) P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE

- Forage
- P.A.C.
- Installation abonnés

BALANCE

BILAN TOTAL

RETOUR BRUT

	DEPENSES (kF)	ECONOMIES (kF)
		433
	186,3	
	36	
	10	
	24	
	2,5	
BALANCE	258,8	433
BILAN TOTAL	174,2	
RETOUR BRUT	13,5 ans	

3.2.2. Variante 100 m³/h électrique sans heures de pointe

Estimation des coûts

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	1 900 kF
. Bâtiment	0
. Pompe à chaleur de 150 kW	300 kF
. Transformateur de 250 kVA	100 kF
. Chaufferies modification	50 kF

TOTAL INVESTISSEMENT 2 350 kF

=====

EXPLOITATION

a) P1 - COMBUSTIBLE

- économie sur FOD
1 596 MWh x 242 F/MWh
- dépenses moteur P.A.C.
électricité (365 MWh x 380 F/MWh)
- dépenses de pompage du puits
71 MWh à 450 F/MWh

b) P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE

- Forage
- P.A.C.
- Installation abonnés

BALANCE

BILAN TOTAL

RETOUR BRUT

	DEPENSES (kF)	ECONOMIES (kF)
		381,4
	138,7	
	31,7	
	10	
	24	
	2,5	
	206,9	381,4
	174,5	
	13,5 ans	

3.2.3. Variante 100 m³/h moteur thermique gaz

Estimation des coûts

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	1 900 kF
. Bâtiment avec extension chaufferie existante	285 kF
. Pompe à chaleur de 75 kW (2)	350 kF
. Transformateur de 100 kVA	80 kF
. Moteur thermique gaz de 100 kW (2)	300 kF
. Echangeur récupération refroidissement	} 160 kF
. Echangeur récupérateur échappement	
. Chaufferies modification	100 kF

TOTAL INVESTISSEMENT 3 175 kF
=====

EXPLOITATION

a) P1 - COMBUSTIBLE

- économie sur FOD

1 789 MWh x 242 F/MWh x (1,45 récupération pertes)

628

gaz 2 594/2,01 COP MWh x 165 F/MWh

213

- dépenses de pompage du puits

80 MWh à 450 F/MWh

36

b) P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE

- Forage

10

- P.A.C.

28

- Moteur thermique

40

- Installation abonnés

5

BALANCE

332

628

BILAN TOTAL

296

RETOUR BRUT

10,7 ans

3.3. RODEZ : ZAC des Gournans et Petit Nice

Variante 100 m³/h PAC décentralisée

Estimation des coûts

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	1 900 kF
. Bâtiment	100 kF
. Pompe à chaleur de 220 kW (12)	1 000 kF
. Réseau de surface non isolé monotube	1 000 kF
. Transformation chaufferies existantes	880 kF

TOTAL INVESTISSEMENT	4 880 kF
=====	=====

C O N C L U S I O N S

L'ensemble des résultats est récapitulé dans le tableau ci-après.

On constate l'intérêt que présenterait une opération PAC thermique sur la ZAC des Costes Rouges à ONET-le-CHATEAU puisque le temps de retour serait de l'ordre de 8,6 ans et le taux de rentabilité interne de 9,88 % pour une économie nette annuelle de 100 TEP.

RECAPITULATION DES SOLUTIONS en kF HT. fin 1983

2-37

VARIANTES	ONET : ZAC 4 saisons 100 m ³ /h avec heures de pointe - 270 kW	ONET : ZAC 4 saisons 100 m ³ /h sans heures de pointe - 270 kW	ONET : ZAC 4 saisons 100 m ³ /h PAC thermique 270 kW	ONET : ZAC 4 saisons 100 m ³ /h PAC décentralisée 270 kW	ONET Costes Rouges 100 m ³ /h avec heures de pointes 195 kW	ONET Costes Rouges 100 m ³ /h sans heures de pointe 195 kW	ONET Costes Rouges 100 m ³ /h PAC thermique gaz 195 kW	RODEZ GOURNANS et Petit Nice 100 m ³ /h PAC décentralisée 240 kW
INVESTISSEMENT								
. Forage	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
. bâtiment	0	0	225	100	0	0	285	100
. PAC	500	500	600	800	300	300	350	1 000
. Transformat.	150	150	100	0	100	100	80	0
. Mot. Therm.	0	0	550	0	0	0	460	0
. Réseau surf.	1 760	1 760	1 760	480	0	0	0	1 000
. Mod. chauff.	700	700	700	800	50	50	100	880
TOTAL	5 010	5 010	5 835	4 080	2 350	2 350	3 175	4 880
EXPLOITATION P 1								
. Economies	664,3	585	963	664	433	381,4	628	522
. dep. PAC	287	213	327	304	186,3	138,7	213	245
. pompage puits	36	32	36	36	36	31,7	36	36
. Pomp. réseau	34	34	34	34	0	0	0	34
BALANCE ECONOMIES + DEPENSES -	+ 664,3 - 357	+ 585 - 279	+ 963 - 397	+ 664 - 374	+ 433 - 222,3	+ 381,4 - 170,4	+ 628 - 249	+ 522 - 315
EXPLOITATION / GARANTIE TOTALE P2+P3								
. Forage	10	10	10	10	10	10	10	10
. PAC	40	40	48	80	24	24	28	100
. Mot. Thermique	0	0	66	0	0	0	40	0
. Réseau	52	52	52	14	0	0	0	30
. Inst. abonnés	35	35	35	40	2,5	2,5	5	44
TOTAL P2 + P3 RESULTAT EXPLOITATION ANNUELLE	- 137 170,3	- 137 169	- 211 355	- 144 146	- 36,5 174,2	- 36,5 174,5	- 83 296	- 184 23
RETOUR BRUT	29,4 ans	29,6 ans	16,4 ans	27,9 ans	13,5 ans	13,5 ans	10,7 ans	
RETOUR Y COMPRIS SUB- VENTIONS	23,5 ans	23,7 ans	13,1 ans	22,3 ans	10,8 ans	10,8 ans	8,6 ans	
Taux de rentabilité interne			4,38 %		6,76 %	6,76 %	9,88 %	

MILLAU

(Aveyron)

TABLE DES MATIERES

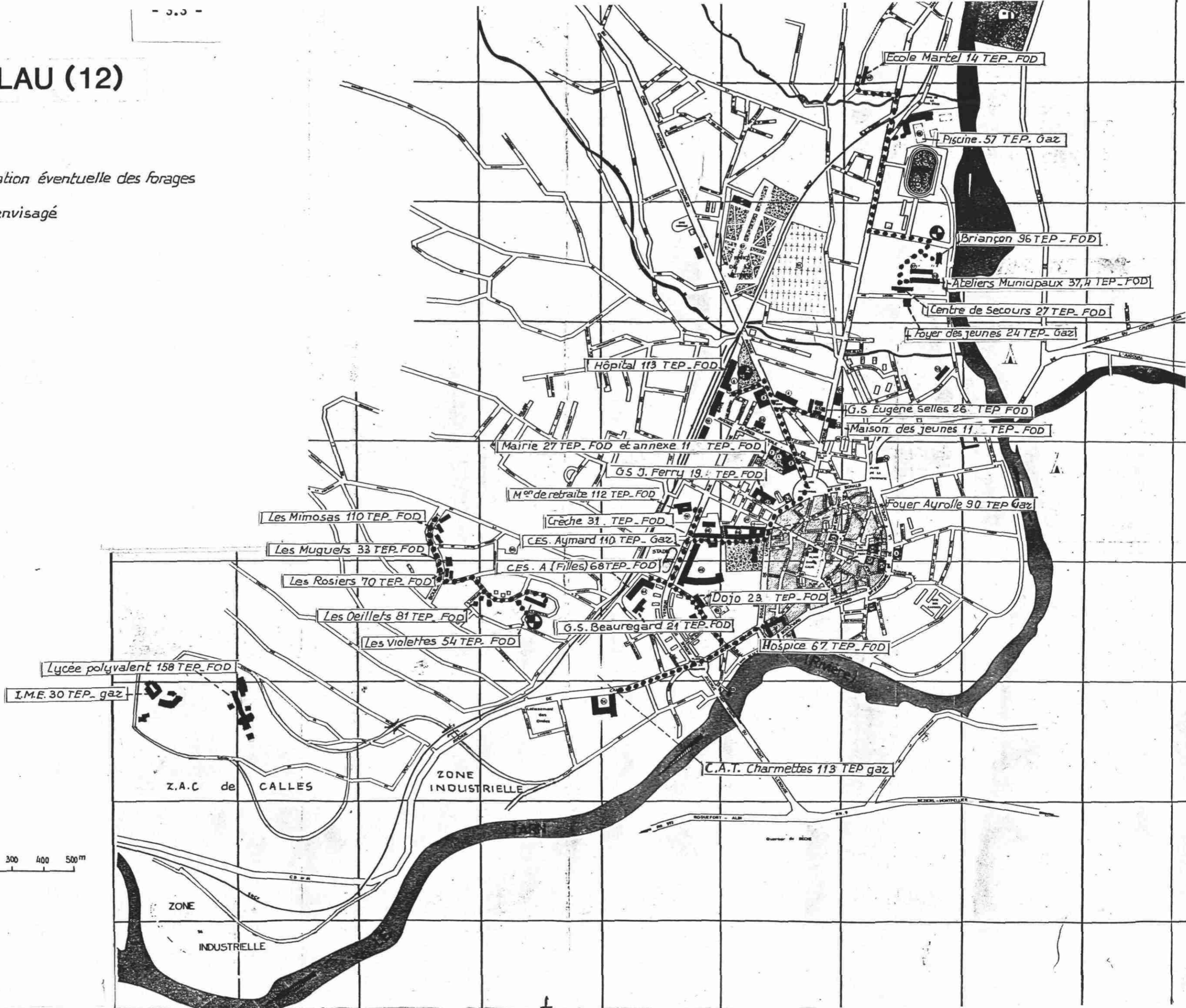
Plan de l'agglomération	3.3
CHAPITRE 1 - Etude géologique	3.4
1.1 - Analyse du site	3.5
1.1.1 - Implantation	3.5
1.1.2 - Choix de l'aquifère	3.5
1.1.3 - Analyse des aquifères	3.5
1.1.3.1 - Caractéristiques	3.5
1.1.3.2 - Température	3.6
1.1.3.3 - Hydrochimie	3.6
1.1.4 - Définition du risque.....	3.6
1.1.5 - Conclusion	3.7
- Coupe géologique prévisionnelle	3.8
- Plan de situation à 1/100 000	3.9
- Coupe géologique schématique passant par Millau ..	3.10
1.2 - Caractéristiques d'exploitation.....	3.11
1.3 - Programme technique de forage	3.12
- Coupe de forage	3.13
CHAPITRE 2 - Etude thermique	3.14
2.1 - Caractéristiques générales du site	3.15
2.1.1 - Généralités	3.15
2.1.2 - Nature de l'eau géothermale	3.15
2.1.3 - Caractéristiques des utilisateurs	3.16
2.2 - Géothermie à basse température	3.18
2.2.1 - Utilisation de l'eau à 24°C	3.18
2.2.2 - Implantation des puits	3.18
2.2.3 - Equipements envisageables	3.18
2.3 - Géothermie à haute température	3.20
2.3.1 - Généralités	3.20
2.3.2 - Situation du puits	3.20
2.3.3 - Description des installations de surface ..	3.20
2.3.4 - Raccordements des installations existantes	3.20
2.4 - Cas étudiés	3.22
2.4.1 - Simulation de fonctionnement	3.22
2.4.2 - Résultats des simulations	3.23

CHAPITRE 3 - Etude technico-économique	3.24
3.1 - Opérations basse température	3.25
3.1.1 - Opération Malhouret	3.25
3.1.2 - Opération Centre ville	3.27
3.1.3 - Opération Stade Briançon	3.29
3.2 - Opérations haute température	3.31
3.2.1 - Variante 200 m ³ /h	3.31
3.2.2 - Variante 100 m ³ /h	3.33
3.3 - Opération Trias après échec à l'Autuno- Stéphanien	3.35
CONCLUSIONS	3.36
Récapitulation des solutions	3.38

MILLAU (12)

⊕ Implantation éventuelle des forages

..... Réseau envisagé



CHAPITRE I

ETUDE GEOLOGIQUE

1.1 ANALYSE DU SITE *

1.1.1. Implantation

Cf. plan de l'agglomération (p. 3.1)

1.1.2. Choix de l'aquifère (cf. page 3.8).

● A l'aplomb de l'agglomération de Millau on peut préjuger de l'existence de deux aquifères qui depuis la surface sont ceux :

- du Lias inférieur calcaire jusqu'à 300 m environ de profondeur
- du Trias inférieur grés-conglomératique de 400 à 450 m environ de profondeur.

● Au-delà, on peut envisager la présence des séries autuno-stéphaniennes constituées de pélites et de grès fins à conglomératiques reconnues aux environs par des sondages de recherches minières. Leur extension et épaisseur à l'aplomb même de Millau restent à reconnaître (0-600 m ?).

1.1.3. Analyse des aquifères

1.1.3.1 - Caractéristiques

● En ce qui concerne le Lias inférieur calcaire qui affleure à la confluence des vallées du Tarn et de la Dourbie, il faut admettre des caractéristiques variables en raison de la nature du réservoir ; milieu hétérogène à perméabilité de fissures, diaclases, fractures et failles éventuellement agrandies par la karstification. On ne dispose d'aucune gamme de valeurs sinon des indications sommaires de venues d'eau recueillies par des sondages de recherches minières aux environs et par le sondage 909-7-68 à Millau même pour lequel un débit artésien jaillissant ($1,31 \text{ kg/cm}^2$) de l'ordre de $45 \text{ m}^3/\text{h}$ est signalé (l'ouvrage se situant en fond de vallée, ,

* On se reportera pour le contexte régional à la 1 ère partie du rapport Chap. 1.1 et aux planches 53 et 54 correspondantes et annexées en pages 3.10 et 3.11).

il faut admettre une mise en charge latérale). Inversement on peut craindre dans ce milieu hétérogène que le niveau soit étroitement subordonné aux cours du Tarn et de la Dourbie.

- En ce qui concerne le Trias inférieur grès-conglomératique il s'agit d'un milieu à perméabilité d'interstices connu par sondage et en affleurement, On ne dispose d'aucune donnée hydraulique.

- En ce qui concerne l'Autunien-Stéphanien, le milieu doit être également hétérogène avec une perméabilité de fissures. L'épaisseur de ces séries éventuelles n'est pas connue.

1.1.3.2 - Température

- En ce qui concerne le Lias inférieur, toutes les hypothèses sont permises. En effet, dans le cas de circulations en relation avec les cours d'eau une température voisine de celle de la surface pourrait être envisagée et inversement dans un cas analogue à celui du forage 909-7-68 sus-cité, où les circulations doivent emprunter des cheminements profonds, une température anormale pourrait être constatée (22°C à 54 m).

- En ce qui concerne le Trias inférieur en admettant une température au sol de l'ordre de 12°C, une profondeur de son toit vers 400 m et un gradient géothermique de 3°C on pourrait atteindre $12 + 3 \times 4,00 = 24^\circ\text{C}$

- Pour l'Autuno-Stéphanien s'il était représenté, signalons les températures de 33°C observées à 510 m au sondage 909-3-58. On pourrait retenir en première approximation une température de l'ordre de 50°C à 1000 m de profondeur.

1.1.3.3.- Hydrochimie

D'après les données exposées en 1 ère partie dans l'étude générale de la ressource, les eaux pourraient avoir un faciès bicarbonaté magnésien ou sulfaté sodique avec des résidus secs pouvant atteindre 5-6 g/l dans l'Autunien-Stéphanien, voire le Trias.

1.1.4. Définition du risque

Les profondeurs du Lias inférieur et du Trias sont estimées avec une imprécision d'une cinquantaine de mètres.

- Pour le Lias caractérisé par un milieu hétérogène, on peut craindre de ne pas recouper de zones de circulations préférentielles et dans le cas favorable d'obtenir des eaux "refroidies" par les eaux de surface.

- Pour le Trias entre 400 et 500 m, qui offre un milieu à perméabilité d'interstices, les risques sont moindres : la productivité d'un ouvrage de captage ne peut toutefois être apprécié ; la température de l'eau n'atteindrait que 24°C en tête de puits et l'eau pourrait être chargée légèrement en sels (de l'ordre de 5 g/l).

- Pour l'Autuno-Stéphanien son existence même à l'aplomb de Millau reste à démontrer. Il s'agit d'un milieu à perméabilité de fissures, à productivité variable d'un point à l'autre et l'eau pourrait être chargée légèrement en sels (5-6 g/l).

1.1.5. Conclusion

Il paraît raisonnable compte tenu des imprécisions de prévoir une étude géophysique permettant d'apprécier la profondeur du socle cristallophyllien et d'en déduire, compte tenu d'une estimation de profondeur des séries liasiques et triasiques (450 m), l'existence de l'Autuno-Stéphanien.

Il est à noter que, dans l'hypothèse où la réalisation d'une opération de géothermie serait envisagée à Millau, le financement de la campagne géophysique préliminaire pourrait être couvert par l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, la C.E.E. et le cas échéant l'Etablissement Public Régional Midi-Pyrénées. Le montant de cette étude préliminaire est estimée à 600 kF (fin 1983).

M I L L A U

COUPE GEOLOGIQUE PREVISIONNELLE

Profondeur/ sol (m)	Cote NGF (m)	Epais- seur (m)	Lithologie	Stratigraphie	Observations
0	+ 350 env.	10	Alluvions du Tarn	Quaternaire	pertes
310	+ 50	300	Calcaires et dolomies micro à crypto-cristallins parfois massifs avec interlits mar- neux	Lias infé- rieur	pertes ou venues d'eau
410	- 50	100	Alternance de grès fins à grossiers et d'argiles	Trias supé- rieur et moyen	venues d'eau
460	- 100	50	Grès fins à grossiers voire conglomératiques pouvant être peu consolidés	Trias infé- rieur	formation à capter
?	?	? 0 - 600 m	Pélites et grès fins à gros- siers, conglomératiques à la base, fissurés	Autunien à Stéphanien ?	zones éven- tuelles à capter.
			Gneiss ou micaschistes	socle	



MILLAU (12)

1/100.000



Sondage de reconnaissance



*Limite d'affleurement du Sinémurien
(Lias calcaire) sous le Lias marneux*

935-6-1

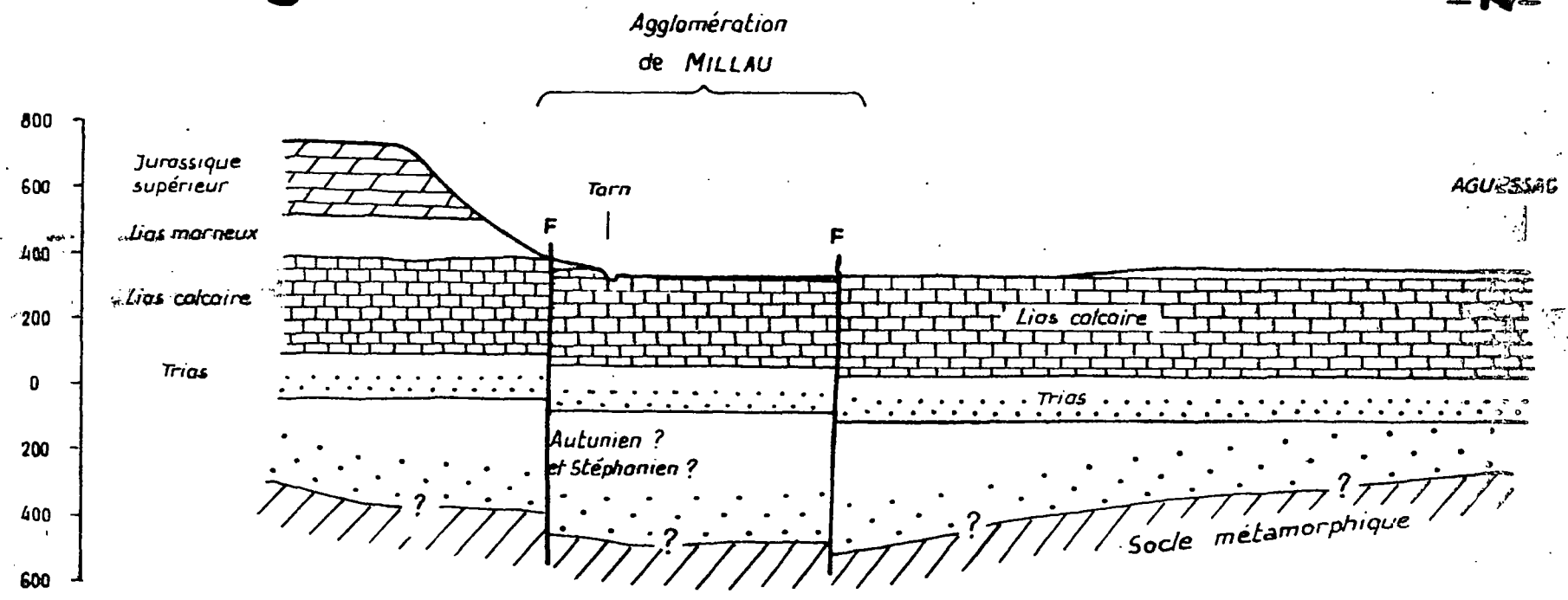
COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE le LONG du TARN PASSANT PAR MILLAU

1/20.000
1/50.000

-S-

-N-

- 3.10 -



N.B. - Seules les formations géologiques susceptibles d'être aquifères comportent un figure lithologique

1.2. CARACTERISTIQUES D'EXPLOITATION

La salinité totale de l'eau étant très moyenne, on considérera dans la suite de l'étude la possibilité d'une exploitation en puits unique, avec rejet dans le Tarn.

En l'absence de données précises sur les caractéristiques de production des aquifères, on retiendra les hypothèses suivantes :

- Exploitation du Trias :

Débit exploitable : 100 m³/h
rabattement correspondant : 50 m
puissance de pompage : 20 kW

- Exploitation de l'Autuno-Stéphanien

Débit exploitable : 200 m³/h et 100 m³/h
rabattement correspondant : 200 m 200 m
puissance de pompage : 160 kW 80 kW

1.3 - PROGRAMME TECHNIQUE DE FORAGE (cf. page 3.13)

1 - Exploitation du Trias

Forage en 8"1/2 jusqu'au toit du Trias(310 m). Pose d'un tubage 7" à cette cote et cimentation.

Carottage du réservoir en 6" jusqu'à 460 m

Elargissage du réservoir en 11 "

Pose d'une crépine 4"1/2 et mise en place d'un massif de graviers filtrants.

Mise en production.

2 - Exploitation de l'Autuno-Stéphanien

Forage en 17"1/2 jusqu'à 300 m environ

Tubage 13"3/8 et cimentation

Forage en 12"1/4 jusqu'à 1000m. Pose d'un liner 9"5/8 cimenté à la base.

Carottage en 8"1/2 jusqu'à 1150 m.

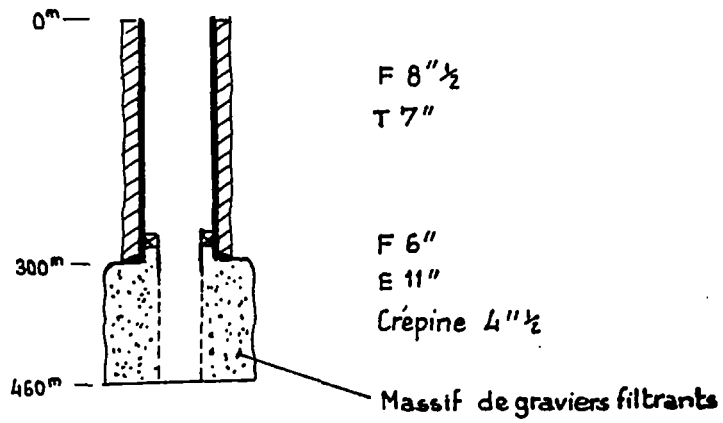
Elargissage, mise en place de crépines et d'un massif de graviers filtrants.

Essais et développement du puits.

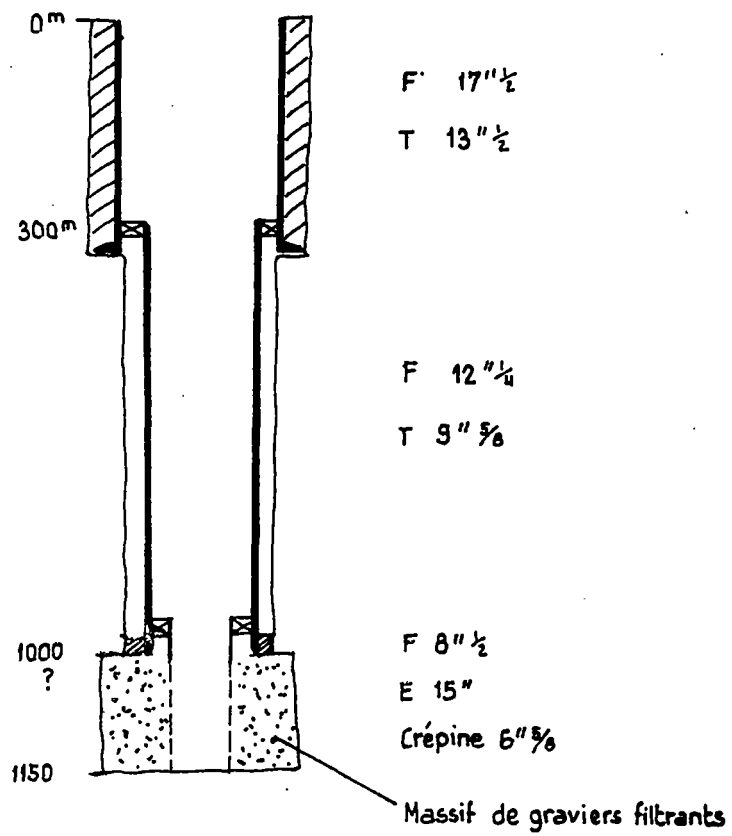
Remarque : ce programme de forage permet, en cas d'échec à l'Autuno-Stéphanien, d'envisager un retour au Trias, le tubage 9"5/8 n'étant pas cimenté sur toute sa hauteur.

COUPE DE FORAGE

- EXPLOITATION DU TRIAS



- EXPLOITATION DE L'AUTUNO-STEPHANIE



CHAPITRE 2

ETUDE THERMIQUE

2.1 CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

2.1.1 - Généralités

Le site de MILLAU est caractérisé par :

- une absence totale de structuration du patrimoine par des réseaux urbains.
- le regroupement des consommateurs potentiels sur plusieurs quartiers :
 - . le boulevard Malhouret
 - . le centre ville
 - . le quartier Briançon et le stade avec piscine.
- une dispersion des bâtiments publics sur l'ensemble du centre ville
- une diffusion de chaleur par radiateurs à l'exception d'un groupe d'habitations chauffées par le sol de la piscine.
- l'absence de raccordement au réseau national de gaz naturel. Dans la ville de Millau, le seul gaz disponible est de l'air propané dont le coût en utilisation chauffage est 30 % plus cher que le gaz naturel.

2.1.2 - Nature de l'eau géothermale

L'eau géothermale peut être disponible sous deux formes :

- . soit une eau à + 24 °C, à partir de puits à faible profondeur.
- . soit une eau à + 50°C, à partir de puits profond .

2.1.3 - Caractéristiques des utilisateurs

QUARTIERS	NATURE	E.C.S	ENERGIE	EMETTEURS	TEP Utiles
<u>VILLE DE MILLAU 1</u>					
<u>MALHOURET</u>					
Mimosas	logements	OUI	FOD	radiateurs	110
Muguets	logements	OUI	FOD	radiateurs	33
Rosiers	logements	OUI	FOD	radiateurs	70
Oeillets	logements	OUI	FOD	radiateurs	81
Violettes	logements	OUI	FOD	radiateurs	54
total					348
<u>ZAC DU CALLES</u>					
<u>IME</u>					
	sanitaire	NON	GAZ	radiateurs	30
Lycée polyvalent scolaire	scolaire	OUI	FOD	radiateurs	158
total					188
<u>VILLE DE MILLAU 2</u>					
<u>Quartier Stade</u>					
Foyer des jeunes	tertiaire	OUI	GAZ	radiateurs	24
Centre de secours	bureaux garage	OUI	FOD	radiateurs	27
Ateliers municipaux	ateliers	NON	FOD	radiateurs	37,4
Briançon	logements	OUI	FOD	sol	96
Piscine	municipale	OUI	GAZ		57
Ecole Martel	scolaire	OUI	FOD	radiateurs	14
total					255,4

QUARTIERS	NATURE	E.C.S.	ENERGIE	EMETTEURS	TEP UTILES
VILLE DE MILLAU 3					
<u>Millau Centre</u>					
GS. Beauregard	scolaire	OUI	FOD	radiateurs	21
C.E.S. Aymard	scolaire	OUI	GAZ	radiateurs	110
DOJO	tertiaire	NON	FOD	convecteurs	23
Crèche	tertiaire	OUI	FOD	radiateurs	31
Maison de retraite	logements	NON	FOD	radiateurs	112
Hospice	sanitaire	NON	FOD	radiateurs	67
G.S. JULES FERRY	scolaire	NON	FOD		19
Mairie	tertiaire	particul.	FOD	radiateurs	27
Annexe	bureaux	NON	FOD	radiateurs	11
Maison des Jeunes	tertiaire	NON	FOD	radiateurs	11
G.S. Eugène Selles	scolaire	NON	FOD	radiateurs	26
Hôpital St Anne	sanitaire		FOD	radiateurs	113
C.E.S. Aymard (Filles)	scolaire	NON	FOD	radiateurs	68
Foyer. Bd Ayrolle	sanitaire	OUI	GAZ	radiateurs	90
CAT Charmettes (en projet)	tertiaire	OUI	GAZ	radiateurs	113
Total					842

2.2 GEOTHERMIE A BASSE TEMPERATURE

2.2.1 - Utilisation de l'eau à 24 °C

L'énergie géothermale, à une température de 24°C ne peut être utilisée qu'après réhabilitation thermo-dynamique par une pompe à chaleur.

Compte-tenu du rapport de prix entre le MWh issu de fioul domestique et celui de l'électricité, le coefficient de performance de la pompe à chaleur doit être maintenu en permanence au-dessus de 2,5 ; ce qui exclut le réchauffage de l'eau chaude sanitaire à une température suffisante.

L'eau géothermale pourra éventuellement assurer un préchauffage de l'eau chaude sanitaire ; l'appoint étant assuré par les équipements existants.

La température de l'eau à la sortie de la pompe à chaleur sera donc modulée en fonction de la température extérieure, avec une limitation de température à 55°C.

2.2.2 - Implantation des puits

S'agissant de forage à faible profondeur, un forage supplémentaire doit être prévu lorsque son coût est inférieur à la liaison entre deux consommateurs.

Sur ce principe, un puits sera prévu pour chacune des zones à desservir : le quartier Malhouret, le quartier Briançon et le centre ville (cf. plan de l'agglomération).

2.2.3 - Equipements envisageables

Les pompes à chaleur peuvent être installées soit chez les abonnés soit en tête de réseau.

- IMPLANTATION CHEZ LES ABONNES :

Dans ce cas, les pompes à chaleur fonctionnent en relève de chaudière (type PERCHE)

Le réseau urbain n'est pas calorifugé et l'eau de refroidissement est renvoyée à l'égout après usage (sous réserve d'exonération de redevances aux agences de bassin).

L'installation électrique des abonnés est à renforcer et la consommation électrique est effectuée en basse tension.

Après rejet, l'eau peut être utilisée pour d'autres usages comme eau industrielle.

- IMPLANTATION EN TETE DE RESEAU

Les pompes à chaleur sont installées dans le bâtiment tête de puits avec alimentation électrique en moyenne tension.

La distribution urbaine est prévue, aller et retour, en tubes isolés.

Dans le cas particulier de M'ILLAU, l'étendue des réseaux en tube calorifugé à réaliser entraîne des investissements qui annulent l'intérêt de la variante avec implantation des PAC en tête de réseau.

Cette option serait à reconsidérer si l'on envisage, à terme, de coupler les installations de géothermie avec une centrale utilisant comme combustible les ordures ménagères et /ou le charbon.

2.3 GEOOTHERMIE A HAUTE TEMPERATURE

2.3.1 - Généralités

L'eau à 50°C peut être utilisée directement dans les réseaux de chauffage après passage sur échangeurs.

La température de cette eau ne permet pas de chauffer totalement l'eau chaude sanitaire mais elle permet d'assurer une part notable des besoins thermiques correspondants par un pré-chauffage séparé.

2.3.2 - Situation du puits

Les consommateurs sont groupés sur trois quartiers distants de moins de 500 mètres les uns des autres. La multiplication des puits ne peut être amortie, en géothermie directe, par le gain sur le réseau de surface. Afin d'épuiser au maximum la ressource géothermale, le quartier du stade où se situent deux consommateurs à basse température est raccordé en série, après passage dans les installations équipées de radiateurs.

Le puits est situé en bordure du TARN pour faciliter le forage près du quartier du stade, à proximité de la piscine et des logements en basse température (cf. plan de l'agglomération)

2.3.3 - Description des installations de surface

Les eaux géothermales, sortant du puits d'exhaure, seront isolées des circuits de chauffage par un échangeur à plaques et rejetées à l'égoût pluvial ou au TARN.

Les réseaux de chauffage seront réalisés par des canalisations enterrées, pré-isolées, adaptées à la température des eaux.

2.3.4 - Raccordements des installations existantes

Les installations existantes seront raccordées en direct sur le réseau sans échangeur d'isolement, avec :

- un poste de comptage
- une modification des automatismes de régulation (fonctionnement en débit variable pour réduire les frais de pompage).

- un vannage automatisé permettant d'utiliser la géothermie en relève des installations existantes.
- un préchauffage de l'eau sanitaire sur un échangeur spécialisé.
- une alimentation de la piscine et du groupe de logements BRIANCON chauffé par le sol, en série après utilisation de l'eau géothermale dans les installations des bâtiments voisins.

La nature du chauffage de la piscine permet en effet d'utiliser des eaux à basse température et de se contenter de la température des eaux de retour des bâtiments situés en amont sur le réseau.

2.4 CAS ETUDIÉS

2.4.1 - Simulation de fonctionnement

Il a été simulé le fonctionnement des réseaux suivants :

- EN BASSE TEMPERATURE

Il a été envisagé d'utiliser un puits sur chacun des sites suivants :

- . quartier Malhouret
- . centre ville
- . quartier Briançon et stade

L'hypothèse de débit retenue est de 100 m³/h

Par ailleurs la simulation thermique pour la Z.A.C. de Calles n'a pas été retenue.

- EN HAUTE TEMPERATURE

Tous les consommateurs envisagés précédemment* en géothermie basse température sont fédérés sur un réseau unique, la piscine et les logements chauffés par le sol étant raccordés en série.

Deux hypothèses de débit ont été retenues :

100 m³/h

200 m³/h

* Y compris la S.A.C. de Calles

2.4.2 - Résultats des simulations

BASSE TEMPERATURE

	Besoins PCI MWh	géothermie PAC MWh	puissance PAC kW	énergie consommée PAC	C. O. P. moyen
Quar. Malhouret	3 470	1 835	100	396	4,63
Z.A.C. de Calles*	1 880	1 030	60	220	4,68
Centre ville	8 420	3 106	215	730	4,25
Quar. Stade	2 550	2 160	175	400	5,40

* non retenue pour la basse température.

HAUTE TEMPERATURE

	besoins énergéti- ques MWh	fourniture géothermie MWh	taux couverture %
Direct 200 m3/h série	16 320	8 078	49,5
Direct 100 m3/h série	16 320	5 970	36,6
Direct 100 m3/h parallèle	16 320	5 420	33,2

CHAPITRE 3

ETUDE TECHNICO - ECONOMIQUE

NB - Toutes les évaluations sont données en kF H.T. fin 1983.

3.1 OPERATIONS BASSE TEMPERATURE

3.1.1. - Opération Malhouret

100 m³/h basse température décentralisée

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	2 000	kF
. Bâtiment	100	kF
. Echangeur	0	kF
. Pompe à chaleur totalisant 100 kW (5)	450	kF
. Réseau de surface longueur : 0,85 km non isolé, monotube	510	kF
. Modification chaufferies abonnés . .	400	kF

TOTAL INVESTISSEMENT : 3 460 kF

=====

EXPLOITATION

a) P1 - COMBUSTIBLE

- économie sur F¹O D

1 835 MWh x 242 F /MWh

- dépenses moteur P.A.C. (basse tension)

électricité (396 MWh x 504 F/MWh)

- dépenses de pompage du puits

80 MWh à 450 F/MWh

- dépenses de pompage réseau

b) P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE

. Forage

. P.A.C.

. Réseau

. Installation abonnés

BALANCE

BILAN TOTAL

RETOUR BRUT

	DEPENSES (kF)	ECONOMIES (kF)
		444
	200	
	36	
	34	
	10	
	45	
	15	
	20	
	360	444
		84
		41 ans

3.1.2. - Opération Centre ville

100 m³/h basse température décentralisée

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	2 000 kF
. Bâtiment	100 kF
. Echangeur	0 kF
. Pompes à chaleur totalisant 215 kW (14) .	800 kF
. Réseau de surface, longueur : 2,700 km non isolé monotube	1 572 kF
. Modification chaufferies abonnés	700 kF

TOTAL INVESTISSEMENT : 5 172 kF

EXPLOITATION

a) P1 - COMBUSTIBLE

- économie sur F O D

3 106 MWh x 242 F /MWh

- dépenses moteur P.A.C. (basse tension)

électricité (730 MWh x 504 F/MWh)

- dépenses de pompage du puits (moyenne tension)

80 MWh à 450 F/MWh

- dépenses de pompage réseau

b) P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE

. Forage

. P.A.C.

. Réseau

. Installation abonnés

BALANCE

BILAN TOTAL

RETOUR BRUT

	DEPENSES (kF)	ECONOMIES (kF)
		752
	367	
	36	
	34	
	10	
	80	
	48	
	35	
	610	752
		142
		36,4 ans

3.1.3 - Opération stade, Briançon

100 m³/h basse température décentralisée

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	2 000 kF
. Bâtiments	100 kF
. Echangeur	0 kF
. Pompes à chaleur totalisant 175 kW (4) . .	600 kF
. Réseau de surface , longueur : 0,400 km non isolé monotube	250 kF
. Modifications chaufferies abonnés . . .	250 kF

TOTAL INVESTISSEMENT 3 200 kF
=====

EXPLOITATION

a) P1 - COMBUSTIBLE

- économie sur F O D

2 160 MWh x 242 F /MWh

- dépenses moteur P.A.C. (basse tension)

électricité (400 MWh x 504 F/MWh)

- dépenses de pompage du puits

80 MWh à 450 F/MWh

- dépenses de pompage réseau

b) P2/P3 - ENTRETIEN + GARANTIE TOTALE

. forage

. P.A.C.

. Réseau

. Installation abonnés

BALANCE

BILAN TOTAL

RETOUR BRUT

	DEPENSES (kF)	ECONOMIES (kF)
		523
	201	
	36	
	34	
	10	
	60	
	8	
	10	
BALANCE	359	523
BILAN TOTAL		164
RETOUR BRUT		19,5 ans

3.2. OPERATION' HAUTE TEMPERATURE

3.2.1 - Variante

200 m³/h série

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	5 000 kF
. Bâtiment	250 kF
. Echangeur	200 kF
. Transformateur	150 kF
. Réseau de surface, longueur : 5,25 km isolé, bitube	10 000 kF
. Modification chaufferies abonnés	1 610 kF

TOTAL INVESTISSEMENT

17 210 kF

3.2.2 - VARIANTE

100 m³/h série

INVESTISSEMENTS

. Forage y compris pompe	5 000 kF
. Bâtiment	250 kF
. Echangeur	100 kF
. Transformateur	150 kF
. Réseau de surface, longueur : 5,25 km isolé bitube	8 800 kF
. Modification chaufferies abonnés	1 610 kF

TOTAL INVESTISSEMENT 15 910 kF

3.3 OPERATION TRIAS APRES ECHEC A L'AUTUNO STEPHANIEN

INVESTISSEMENTS

. Forage (Retour au Trias)*	1 600 kF
. Bâtiment	100 kF
. Echangeur	0 kF
. Pompes à chaleur	600 kF
. Réseau de surface	250 kF
. Modification chaufferies abonnés	200 kF

TOTAL INVESTISSEMENT	2 750 kF
	=====

EXPLOITATION

Dans cette hypothèse, le bilan d'exploitation est identique à celui de la variante 100 m³/h température décentralisée, l'ensemble le plus proche du forage étant le Stade-Briançon

Economie de combustible	523 kF
Coûts d'exploitation	359 kF

BILAN	164 kF

Si on considère sur la partie surface une subvention à hauteur de 20 %, le temps de retour de l'opération serait de 13,4 ans.

* En cas d'échec à l'Autuno-Stéphaniien, le forage est subventionné par l'état. Le coût d'investissement à prendre en compte est dans ce cas égal au montant des travaux à réaliser sur le forage pour pouvoir exploiter le Trias.

CONCLUSIONS

L'ensemble des résultats est récapitulé dans le tableau ci-après.

On peut retenir comme critère de classement le temps de retour y compris subventions, qui suppose une subvention de l'opération à 20 % par l'A.F.M.E. dans le cadre du Fonds Spécial Grands Travaux.

Sur cette base, l'étude montre l'intérêt présenté pour une exploitation de l'Autuno-Stéphanien. La conception du forage tel qu'il a été chiffré permettait un retour au Trias. Les résultats de l'étude montre que la réalisation de l'opération basse température Stade-Briançon pourrait être envisagée en cas d'échec à l'Autuno-Stéphanien.

La rentabilité globale de cette opération reste assez faible (11,8 ans y compris subvention).

En décomposant l'investissement on constate que la part "géothermie" représente 5 600 kF soit un délai de retour de 4 ans, les réseaux représentent 11 610 kF soit plus des 2/3 de l'investissement (7,8 ans). Il semble difficile de trouver des économies sensibles sur la partie forage, par contre les réseaux conçus en tubes isolés, pourraient distribuer de l'énergie à plus haut niveau de température (109° C) ce qui permet de doubler leur capacité de transport sans augmentation sensible de l'investissement et des frais d'exploitation. Dans cette solution l'eau géothermale serait utilisée pour réchauffer les retours du réseau de chaleur, l'appoint pouvant être fourni par une usine d'incinération et/ou par une chaufferie charbon. Compte tenu de la température de l'eau distribuée, les utilisateurs pourraient condamner leur chaufferie existante ou les garder en secours. Le réseau de chaleur pourrait également desservir d'autres utilisateurs (industries et P.M.E.) peu intéressés par une eau à 50° C.

En conclusion nous pouvons estimer qu'une telle opération devrait avoir un temps de retour brut d'environ 7 ans compte tenu des subventions.

RECAPITULATION DES SOLUTIONS (en kF H.T. Fin 1983)

VARIANTE	basse température Malhouret 100 m ³ /h décentralisée 125 kW	basse température centre ville 100 m ³ /h décentralisée 235 kW	basse température Stade, Briançon 100 m ³ /h décentralisée 195 kW	haute température 200 m ³ /h série	haute température 100 m ³ /h série	basse température 100 m ³ /h après échec à l'Autuno-Stéphanien
INVESTISSEMENT						
. Forage et pompe	2 000	2 000	2 000	5 000	5 000	1 600
. Bâtiment	100	100	100	250	250	100
. Echangeur	0	0	0	200	100	0
. PAC	450	800	600	100	0	600
. Transformat.	0	0	0	150	150	0
. Réseau surf.	510	1 572	250	10 000	8 800	250
. Mod. chauff.	400	700	250	1 610	1 610	200
TOTAL INVESTISSEMENT	3 460	5 172	3 200	17 210	15 910	2 750
EXPLOITATION P1						
. Economies	444	752	523	1 941	1 435	523
. Dep. PAC	200	367	201	0	0	201
. Pompage puits	36	36	36	346	173	36
. Pomp. réseau	34	34	34	63	34	34
BALANCE ECONOMIES + DEPENSES -	+ 444 - 270	+ 752 - 437	+ 523 - 271	+ 1 941 - 409	+ 1 435 - 207	+ 523 - 271
EXPLOITATION P2 + P3 GARANTIE TOTALE						
. Forage	10	10	10	110	110	10
. PAC	45	80	60	0	0	60
. Réseau	15	48	8	} 250	} 170	8
. Inst. abonnés	20	35	10			10
TOTAL P2 + P3 RESULTAT EXPLOITATION ANNUELLE	- 90 84	- 173 142	- 88 164	- 360 1 172	- 280 948	- 88 164
RETOUR BRUT	41 ans	36,4 ans	19,5 ans	14,7 ans	16,8 ans	16,8 ans
RETOUR Y COMPRIS SUBVENTIONS	32,9 ans	29,1 ans	15,6 ans	11,8 ans	13,4 ans	13,4 ans