

MARDI 14 OCTOBRE 1980

Mademoiselle Bénédicte JONCHERAY, devant un auditoire particulièrement abondant, a traité avec une haute compétence, avec aisance et clarté, le sujet :

"LA GEOTHERMIE EN FRANCE ; UTILISATION DE L'ENERGIE THERMIQUE DE L'INTERIEUR DU GLOBE TERRESTRE"

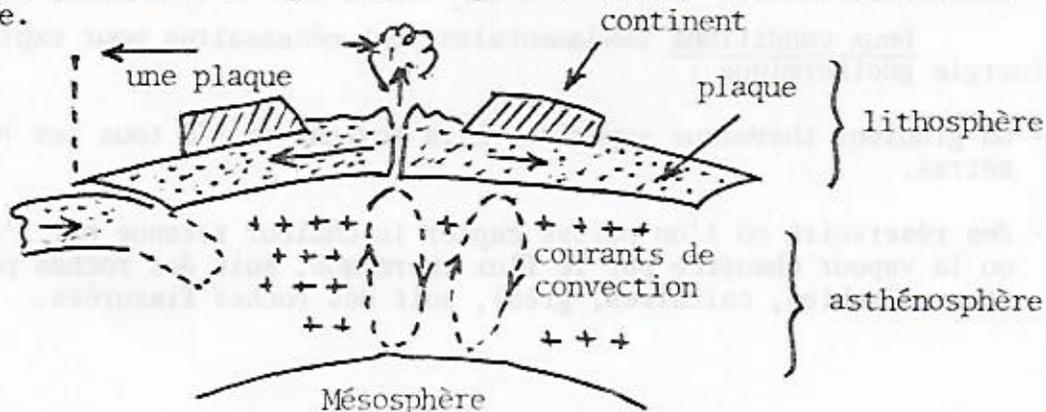
illustré d'une trentaine de belles diapositives.

La géothermie est comptée, avec les énergies solaire et éolienne, parmi les "énergies nouvelles" bien que l'homme utilise depuis bien fort longtemps les eaux chaudes qui sortent naturellement du sol.

La jeune conférencière décrit rapidement la structure du globe terrestre :

- un noyau solide que l'on rencontre aux environs de 800 km de profondeur (↳ mésosphère)
- entouré, à une profondeur variable (de 50 à 100 km) d'un magma fluide visqueux (↳ asthénosphère) parcouru par des courants de convection assez réguliers.
- la couche la plus externe (↳ lithosphère) est rigide ; elle a une épaisseur moyenne de 60 km

Les mouvements de l'asthénosphère ont provoqué la cassure de la lithosphère en plaques : 6 grandes plaques qui se déplacent lentement sur le magma visqueux ; elles sont de basalte rigide ; elles supportent les masses continentales qui ainsi reposent sur un "radeau" de basalte en dérive.



Le déplacement des plaques, leur rencontre dans des zones de contrainte, voire de frottements, dégage une énergie de frottement.

A l'endroit des cassures, du magma peut s'infiltrer et donner naissance à des volcans ; ainsi s'explique la formation des arcs volcaniques.

Au centre de la Terre se produisent des réactions nucléaires qui dégagent une énergie thermique considérable et portent le centre de la Terre à une température de l'ordre de 10 000°C, la partie supérieure de l'asthénosphère étant à 1600° (le basalte fond à 1400°). La Terre n'est pas un morceau échappé du Soleil ; elle résulte d'un amalgame de particules solides au sein desquelles se sont développées des réactions nucléaires.

Il se produit ainsi un flux thermique qui se dissipe d'une façon régulière vers la surface de la terre où ses effets sont imperceptibles (température moyenne de la surface de la terre : 12°C).

Quand on s'enfonce dans la croûte continentale, la température augmente en moyenne de 3°C tous les 100 m. ; c'est le gradient thermique ; avec ce gradient à 1800 m., la température serait de $18 \times 3 = 54^\circ$.

Le flux géothermique est en moyenne de 0,06 watt par m² ; par an, il est de :

$$\frac{0,06 \times 24 \times 60 \times 60 \times 365}{3600 \times 1000} = 0,53 \text{ kWh au m}^2$$

ce qui, pour toute la surface de la terre (en prenant 6000 km pour son rayon) :

$$27 \times 10^{13} \text{ kWh}$$

qui, au terme d'une année, ont transité de l'intérieur vers la périphérie de la terre.

Le soleil livre à la terre une moyenne générale de 2000 kWh par m², soit :

$$\frac{2000}{0,53} = 3773 \approx 4000 \text{ fois plus}$$

Deux conditions fondamentales sont nécessaires pour exploiter l'énergie géothermique :

- 1.- un gradient thermique supérieur à la moyenne de 3°C tous les 100 mètres.
- 2.- des réservoirs où l'on puisse capter la chaleur retenue par l'eau ou la vapeur chauffée par le flux thermique, soit des roches poreuses (sables, calcaires, grès), soit des roches fissurées.

En outre :

- 1.- Les forages étant chers, ces réservoirs ne doivent pas être trop profonds,
- 2.- La porosité de la roche doit être suffisamment grande pour que l'écoulement de l'eau chaude ou de la vapeur soit relativement aisé.

Eau et vapeur sont les fluides caloporteurs.

Deux classifications de l'énergie géothermique sont possibles :

. Une classification énergétique :

- très basse énergie = l'eau a une température comprise entre 15 et 50° ; on peut l'utiliser au chauffage des serres et des logements (avec l'intervention des pompes à chaleur) et aussi des bassins réservés à la pisciculture.

- la basse énergie = les eaux souterraines, à une température de 50 à 80°, sont dans des terrains sédimentaires, bassins ou fossés d'effondrement ; elles servent essentiellement au chauffage des serres et des locaux.

La France en est riche.

- la moyenne énergie, aux températures comprises entre 80° et 180° ; en utilisant un fluide intermédiaire à la température de vaporisation relativement basse, la vapeur de ce fluide peut actionner une turbine qui entraîne un alternateur ; on a ainsi une centrale électrique.

- la haute énergie où les températures s'échelonnent de 180 à 350°C ; il y a production de vapeur d'eau surchauffée qu'on peut capter et turbiner directement si elle est sèche, après assèchement si elle est humide.

. Classification géologique

- terrains sédimentaires ; deux grands bassins en France :

Le bassin parisien où trois réservoirs sont superposés :

- . le plus profond, les grès du Trias, à production forte, parfois à plus de 2000 m de profondeur ; un captage existe à Romorantin ; d'autres seraient possibles le long de la Basse Seine près de Mantes, et à l'Est du Bassin Parisien.
- . le dogger du jurassique moyen, formé de calcaire ; à 2000 m de profondeur

s'étendant sur une surface de 15000 km².

L'eau est à 50 - 70° ; son débit est important, de l'ordre de 150 m³ à l'heure ; malheureusement, l'eau est salée (50 g. par litre) d'où des problèmes de corrosion des conduites qui exigent parfois l'emploi du titane.

- . l'albien, à 550-800 m de profondeur, formé de sables ; températures de l'ordre de 40 - 45°C.

L'eau sert, par exemple, au chauffage de la Maison de la Radio à Paris.

Le bassin aquitain de structure géologique beaucoup plus complexe que celle du bassin parisien.

Trois caractéristiques :

- . réservoirs fracturés dont les débits sont imprévisibles,
- . abondance des volumes stockés en eau douce.
- . nappes très chaudes.

Mont-de-Marsan exploite un tel gisement.

- les bassins tectoniques :

- . la plaine d'effondrement de l'Alsace où le gradient géothermique atteint 10°C par 100 mètres.

- . la plaine d'effondrement de la Limagne ;

Les réservoirs y sont de modestes capacités ; ils sont en outre indépendants les uns des autres.

- les sources thermales naturelles (Ax les Thermes, Chaudes-Aigues, etc ...)

- les régions de volcanisme récent où des chambres magmatiques chaudes peuvent localement exister à faible profondeur ; fracturées par des explosions (nucléaires), on y récupère la chaleur par injection d'eau.

Des recherches sont en cours dans le Massif Central. Une sphère de roches à 300°C, de 1km de diamètre, pourrait délivrer une puissance de 100 kW pendant 100 ans.

L'EXPLOITATION.-

- Par forages, comme pour les puits de pétrole.

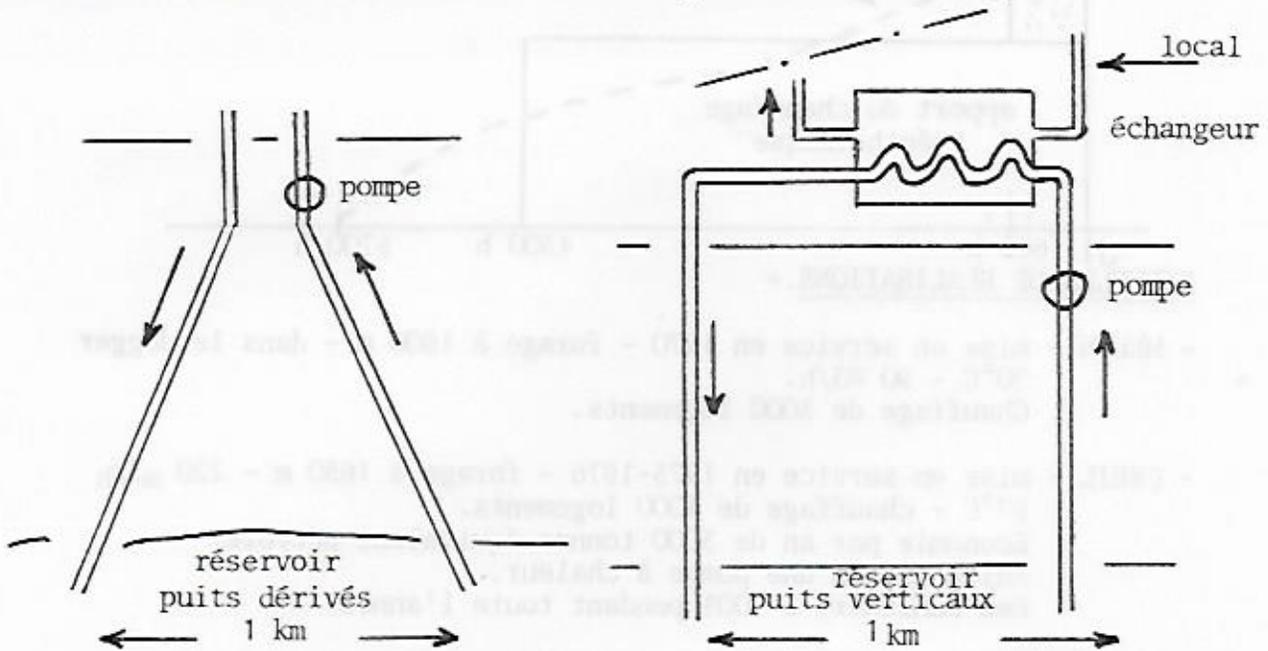
On atteint les réservoirs, soit :

- Par un puits unique qui peut fonctionner comme un puits artésien où l'eau jaillit (puits artésiens de Paris),

ou puits dans lequel il faut pomper l'eau.

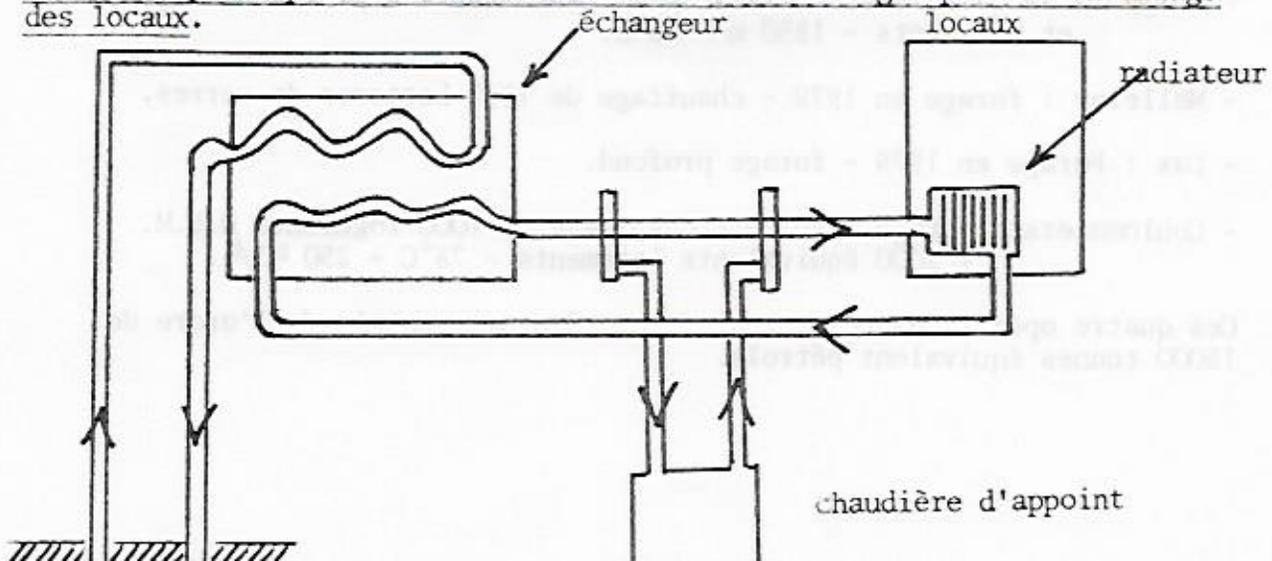
Dans le bassin aquitain où l'eau est douce, un puits unique suffit.

- par deux puits ou doublet, l'un servant à pomper l'eau, l'autre servant à renvoyer l'eau refroidie dans le réservoir et non à la rivière (risques de pollution). On évite en outre l'épuisement de la nappe.

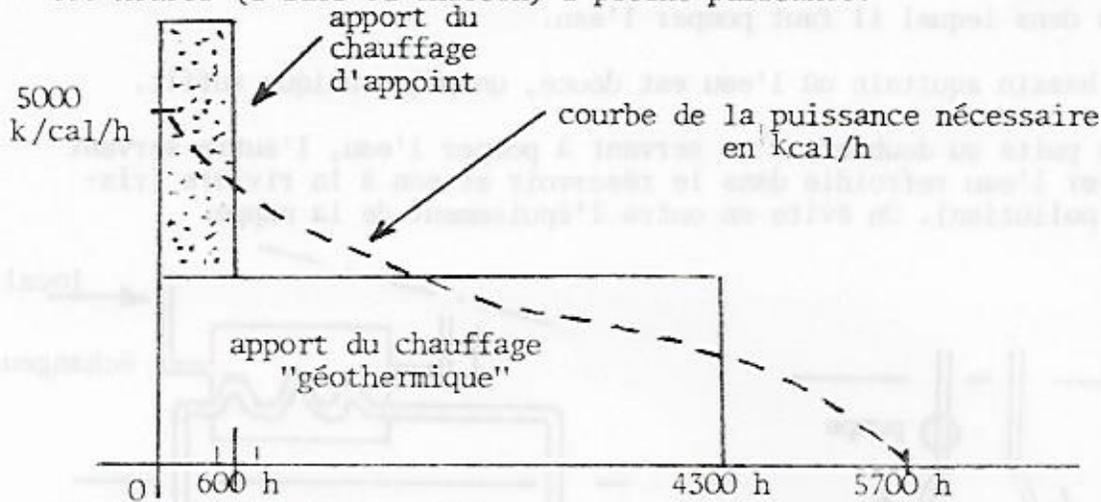


Les doublets exigent un échangeur de température, en titane, si on veut éviter la corrosion ; les deux puits doivent être distants d'un kilomètre au niveau de l'extraction, pour que l'eau pompée ne soit pas de l'eau refroidie par l'eau réinjectée ; le front de refroidissement de la nappe ne doit atteindre le puits de production qu'après un temps suffisant pour permettre l'amortissement des installations (de l'ordre de 30 ans).

Schéma de principe de l'utilisation de la basse énergie pour le chauffage des locaux.



Ce schéma montre que l'intervention d'une chaudière d'appoint a été nécessaire ; ainsi que le montre le graphique suivant qui, à partir de la courbe en pointillés qui donne la puissance nécessaire pour chauffer un local du 1er Octobre au 31 Mai, prévoit un chauffage "géothermique" pendant 4300 heures et un chauffage d'appoint pendant 600 heures (à fuel ou charbon) à pleine puissance.



EXEMPLES DE REALISATIONS.-

- MELUN - mise en service en 1970 - forage à 1800 m - dans le dogger
70°C - 90 m³/h.
Chauffage de 3000 logements.
- CREIL - mise en service en 1975-1976 - forage à 1650 m - 220 m³/h
57°C - chauffage de 4000 logements.
Economie par an de 3000 tonnes équivalent pétrole.
Adjonction d'une pompe à chaleur.
Eau sanitaire à 100% pendant toute l'année.
- MONT DE MARSAN - forage en 1976 à 1850 m - 120 à 300 m³/h.

On peut encore citer :

- Villeneuve la Garenne,
- La Maison de la Radio à Paris (1963)

En cours de réalisation = quelques exemples :

- Cergy : forage en 1980 - chauffage et eau sanitaire de 4000 logements et bâtiments - 1850 m - 59°C.
- Melleray : forage en 1979 - chauffage de 15,7 hectares de serres.
- Dax : Forage en 1979 - forage profond.
- Coulommiers : forage terminé - chauffage de 1000 logements H.L.M. + 2000 équivalents logements - 78°C - 250 m³/h.

Ces quatre opérations permettraient une économie totale de l'ordre de 15000 tonnes équivalent pétrole.

EST-CE RENTABLE ?

- l'investissement de base, le titane, l'entretien sont très coûteux,
- l'énergie recueillie n'est pas transportable ; il faut forer au droit des besoins,
- les locaux anciens ne sont pas adaptés,
- les radiateurs doivent être de grande surface.

Par contre, l'exploitation est d'un faible coût, la moitié du coût du fuel.

AVENIR :

L'énergie géothermique potentielle est énorme : si tout le flux géothermique était captable, il serait équivalent à :

- . 60.000 milliards de tonnes équivalent pétrole pour toute la Terre, et pour la France de :
- . 2.500 milliards de tonnes équivalent pétrole (en comptant la chaleur emmagasinée dans les roches).

LA HAUTE ENERGIE :

Mademoiselle JONCHERAY parle rapidement de la haute énergie.

La France en recèlerait dans les Vosges et le Massif Central dans des sites secs (sans vapeur d'eau).

A l'étranger, on trouve des sites humides dont la vapeur alimente des turbines ; on y trouve des centrales électriques :

Larderello en Italie : 365 MW.
Californie : 400 MW (le Geyser)
Nouvelle-Zélande : 202 MW à Weirakey
Japon : 458 MW.
Islande : 20 MW.
La Bouillante (Guadeloupe) : 4 MW.

Ce compte-rendu que nous avons dû limiter montre toute la richesse de l'exposé de Mademoiselle JONCHERAY.

Elle a été très vivement et très longuement applaudie.

Nous la félicitons et la remercions.