

Ressources Géothermiques du Nord de l'Algérie - Eléments de l'Atlas Géothermique -

A. Fekraoui et A. Abouriche

Centre de Développement des Energies Renouvelables. BP 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger

Résumé - La géothermie se place au premier rang parmi les énergies renouvelables avec une production électrique représentant plus de 79 % de la production globale. Les travaux sur l'évaluation du potentiel géothermique à travers l'élaboration de l'atlas géothermique du Nord algérien nous permettent de dresser des cartes préliminaires de l'inventaire des sources thermales et une esquisse du gradient géothermique. Les sources thermales représentent à elles seules plus de 14 MWth du potentiel existant.

Abstract - The geothermic is placed at the first rank among renewable energies with an electric production representing more than 79 % of the total production. Work on the evaluation of the geothermic potential through the elaboration of the geothermic atlas of Algerian North enables us to draw up preliminary charts of the inventory of the thermal springs and a draft of the geothermic gradient. The thermal springs represent alone more than 14 MWth of the existing potential.

Mots clés: Sources thermales - Gradient - Potentiel - Lindal.

1. INTRODUCTION

Les possibilités d'utilisation de l'énergie géothermique sont multiples et variées. Elles vont de la pisciculture à la production d'électricité. Elles ont été synthétisées par Lindal dans un diagramme qui porte son nom (Tableau 2). L'exploitation de cette énergie est divisée en deux catégories : production d'électricité et applications directes. De nombreux pays exploitent activement cette ressource aussi bien pour la production d'électricité que pour d'autres utilisations. En Algérie, la balnéothérapie demeure pratiquement la seule utilisation directe de cette énergie. Les possibilités réelles de cette ressource demeurent mal connues. La disponibilité d'autres ressources énergétiques et le coût élevé des opérations d'exploration sont probablement les principales raisons qui ont empêché le développement et la valorisation de cette énergie.

2. METHODES USUELLES D'EXPLORATION

Les méthodes d'exploration de la géothermie sont généralement celles utilisées dans la prospection pétrolière ou en hydrogéologie:

- **Les méthodes géologiques** utilisent les données de terrain, les photographies aériennes et les images satellites. Le but recherché est la détermination des structures géologiques, la localisation des zones et structures volcaniques et les altérations hydrothermales.
- **Les méthodes géochimiques** s'occupent des prélèvements des mesures et des analyses sur les eaux, les gaz et les dépôts hydrothermaux. Il est attendu de ces méthodes la détermination des caractéristiques physiques et chimiques des eaux telles que la température, le pH, les débits, la détermination de la température d'équilibre eaux-roches, etc. Ces méthodes sont généralement les moins coûteuses.
- **Les méthodes géophysiques** sont généralement celles utilisées dans la recherche hydrogéologique ou dans recherche pétrolière, cependant certaines méthodes ont été affinées et des techniques ont été développées pour les besoins de la prospection géothermique. Les méthodes les plus courantes sont les mesures thermométriques dans les forages, la prospection électrique, la prospection magnétique et la prospection gravimétrique.

D'autres techniques d'exploration telles que le paléomagnétisme, les modèles de mélanges, l'étude des isotopes ou encore les méthodes magnétotelluriques sont venues compléter les méthodes classiques.

3. LA GEOTHERMIE DANS LE MONDE

La géothermie, comparée aux autres sources d'énergies renouvelables (Tableau 1), se place au premier rang avec 79,6 % de la production électrique mondiale évaluée en 1996, à 42 053 GWh/an pour une capacité installée de 7 049 MWe [1].

Pour ce qui est de l'utilisation directe, mode d'exploitation le plus répandu dans le monde, la puissance totale est évaluée à près de 37.000 GWh/an pour une capacité installée de près de 10.000 GWh/an [2]. Selon les références citées plus haut, l'utilisation directe de cette énergie, se répartit comme suit : Chauffage des locaux:

33 %, Balnéothérapie: 19 %, Chauffage des serres: 14 %, Pompe à chaleur: 12 %, Pisciculture: 11 %, Industrie: 10 %.

Tableau 1: Production électrique par les énergies renouvelables

Source	Capacité installée		Production par an	
	MWe	%	GWh/an	%
Géothermie	7049	52,0	42053	79,6
Energie éolienne	6050	44,7	9933	18,6
Energie solaire	175	1,3	229	0,4
Energie des vagues	264	2,0	602	1,2

4. LES RESSOURCES GEOTHERMIQUES DU NORD DE L'ALGERIE

Eléments de l'Atlas Géothermique

4.1 Inventaire et classification des sources thermales

A travers l'existence de nombreuses sources thermales réparties sur la presque totalité du nord algérien (Fig.1), nous pouvons déjà affirmer que le potentiel géothermique de cette région est non négligeable. Une évaluation rapide de la puissance représentée par les principales sources thermales situe cette dernière à plus de 140 MWth [3].

La connaissance du potentiel géothermique global fait appel à plusieurs disciplines et techniques. Les conditions géologiques, hydrogéologiques, thermiques et géochimiques du réservoir doivent être connues afin d'établir des modèles ou des cartes. L'inventaire des sources thermales du nord algérien fait état de l'existence de plus de deux cents (200) sources dont la température varie de 22 °C à 96 °C (Fig. 1 et 2). Ceux sont surtout les régions du Nord - Est et celle du Nord - Ouest qui comptent le plus grand nombre de sources. Les débits et les caractéristiques géochimiques de ces sources sont très incomplètes. Aussi une opération de mesures, d'échantillonnage et d'analyses spécifiques est prévue sur au moins une centaine de sources.

Les faciès dominants de ces eaux sont chloruré-calciques, sulfaté-calciques et bicarbonatés. Leur minéralisation est généralement supérieure à 1 mg/l. La carte de minéralisation ci-jointe (Fig. 3) montre la distribution des résidus secs pour la plupart des sources thermales. Le pH des eaux est généralement proche de la neutralité. Il est à noter que les caractéristiques géochimiques des eaux, nécessaires à une évaluation de la température en profondeur, sont rarement disponibles. Pour cela, des analyses chimiques seront effectuées sur une centaine d'échantillons.

4.2 Conditions géologiques et hydrogéologiques

A partir de la compilation de différentes études géologiques et hydrogéologiques, une carte de perméabilité de surfaces est en cours d'établissement. Cette carte permettra de définir principalement les zones d'alimentation des différents réservoirs hydrogéologiques et géothermiques. Nous pouvons déjà définir quatre grands ensembles :

- Dans le domaine tellien, les terrains très perméables sont représentés généralement par des calcaires fissurés, les terrains perméables sont surtout représentés par les calcaires, les dolomites et les schistes fissurés ainsi que par les grès et poudings. Les terrains peu perméables sont, quant à eux représentés par des marnes, calcaires sableux et grès. Enfin les terrains imperméables sont surtout des argiles et des marnes.

- Dans le domaine atlasique, les terrains très perméables sont représentés par les calcaires et dolomites, les terrains perméables par les calcaires et les grès en majorité, les terrains peu perméables par les calcaires, les conglomérats et les grès. Les marnes et argiles représentent les terrains imperméables.

Cette classification sera précisée une fois que la carte des perméabilités sera achevée. Il apparaît clairement que la répartition des sources thermales est en relation avec la perméabilité des terrains.

4.3 Gradient géothermique

Les données thermométriques recueillies dans les quelques forages de gradient géothermique et les températures mesurées dans les fonds de forages pétroliers (BHT) ne couvrent pas la totalité des terrains investis par la reconnaissance géothermique et de ce fait ne permettent de tracer qu'une esquisse du gradient. A partir de cette esquisse qui est en cours de réalisation, nous pouvons déjà remarquer l'existence de trois zones d'anomalie thermique, à savoir : la région de Mostaganem à l'Ouest, la région de Ain Boussif - Sidi Aissa au centre et enfin la région de Guelma - Annaba - Djebel Onk à l'Est. Dans ces régions, la valeur du gradient géothermique peut aller jusqu'à plus de trois fois celle du gradient normal qui est de 3 °C / 100 m.

Vu que les données sont éparpillées, il nous est difficile d'établir une carte uniforme pour le Nord algérien. Les cartes de gradient qui vont être établies seront du type régional.

4. CONCLUSION

Sur la base de données que nous avons recueillies auprès d'organismes nationaux, nous avons pu établir quelques documents qui serviront de base pour la réalisation de l'atlas des ressources géothermiques. Les cartes d'inventaire que nous avons établies sont loin de donner une appréciation **réelle** du potentiel géothermique du Nord algérien. Il en ressort cependant, que les régions du Nord - Est et du Nord - Ouest présentent un plus grand intérêt vues les conditions géologiques et le nombre de manifestations thermales. Les informations dont nous disposons jusqu'à présent sont à parfaire et à compléter.

Des analyses chimiques des eaux et des gaz, ainsi que des études géologiques plus affinées seront menées en collaboration avec des organismes nationaux (Universités, ANRH,...). Pour ce faire, un matériel spécifique et adéquat a été récemment réceptionné.

REFERENCES

- [1] I.B. Fridleifsson, 'Geothermal in Comparison with other Energy Resources'; IGA NEWS, Newsletter of the International Geothermal Association. N°35,1999.
- [2] I.B. Fridleifsson, 'Direct Use of Geothermal Energy Around the World', GEO-HEAT, Center Bulletin, Vol. 19, N°4; 1998.
- [3] A. Fekraoui et M. Abouriche, 'Algeria Update Country Report', Proceedings of the World Geothermal Congress, Vol. 1, pp. 31-34, 1995.
- [4] M. Kieken, 'Les Traits Essentiels de la Géologie Algérienne', Mem. h. s. Soc. Fr., 1962.

Tableau 1: Diagramme de Lindal

Température (°C)	Domaine d'utilisation	
200 et plus		
190	Réfrigération par absorption	Production d'électricité par méthode conventionnelle
180	Préparation de pâte à papier	
170	Fabrication d'eau lourde	
160	Séchage de poisson, séchage de bois	
150	Fabrication d'alumine	
140	Séchage de produits agricoles	Production d'électricité par cycle binaire
130	Evaporation	
120	Production d'eau douce par distillation	
110	Séchage de parpaings de ciment	
100	Séchage de légumes	
90	Déshydratation	
80	Chauffage urbain - chauffage de serres	
70	Réfrigération	
60	Elevage d'animaux	
50	Balnéothérapie	
40	Chauffage de sols	
30	Piscine, fermentation	
20	Pisciculture	

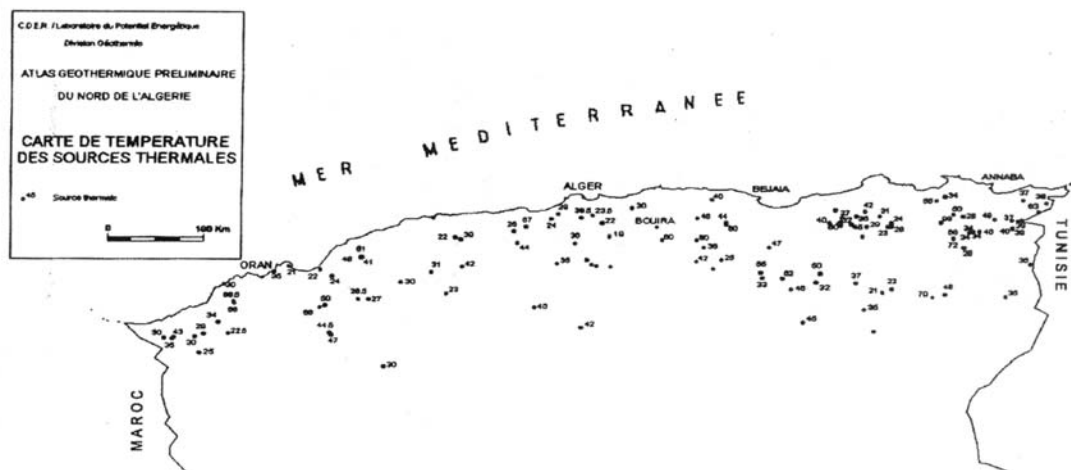


Fig. 1: Carte de température des sources thermales

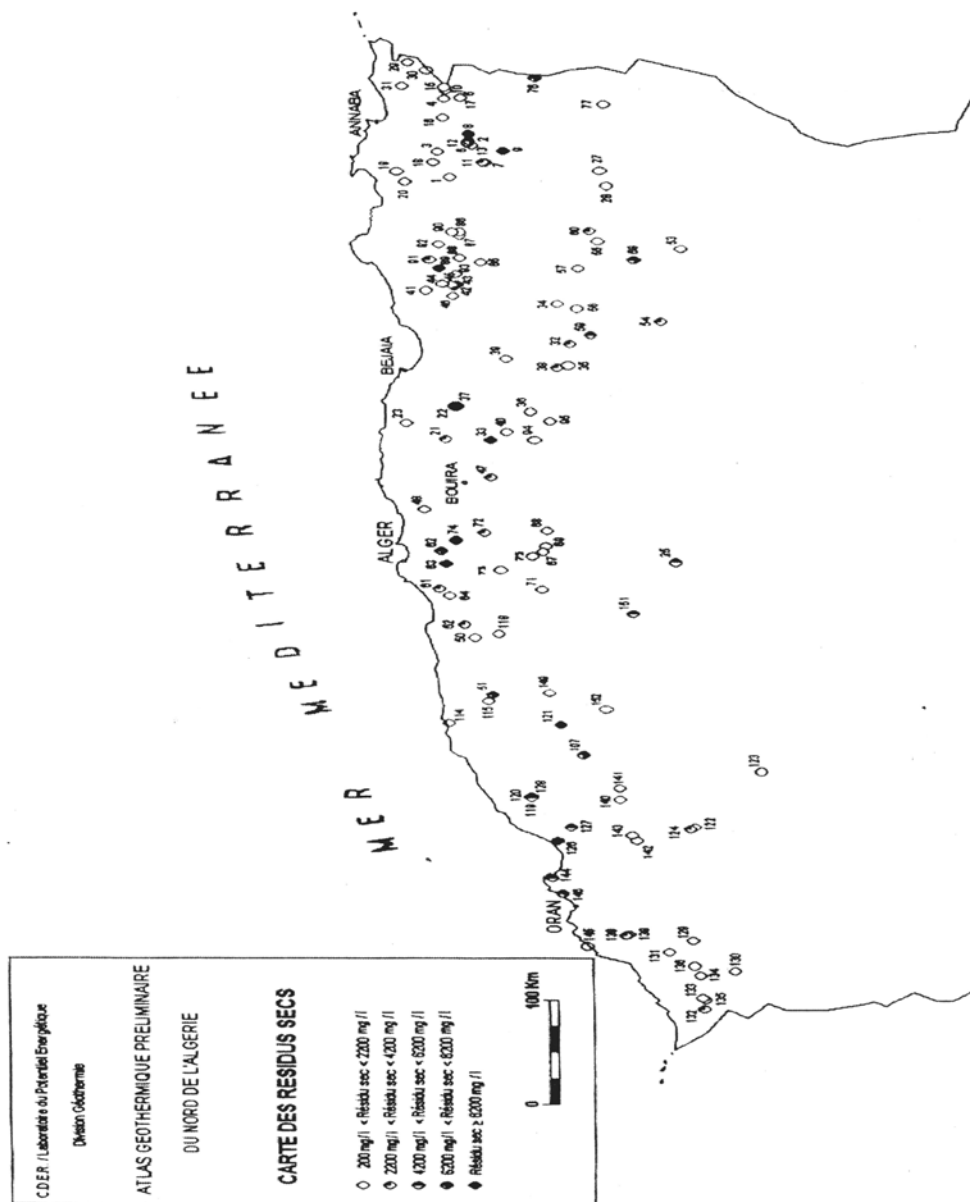


Fig. 2: Carte de résidus secs