Revue des Energies Renouvelables Vol. 9 N°4 (2006) 253 – 258
DOI: https://doi.org/10.54966/jreen.v9i4.834

Développement de la base de données géothermiques de l'Algérie par un système d'information géographique

Fatima Zohra Kedaid *

Centre de Développement des Energies Renouvelables,
B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger, Algérie

(reçu le 21 Août 2006 – accepté le 21 Novembre 2006)

Résumé – *L'Algérie dispose d'un potentiel géothermique non négligeable. Actuellement, la balnéologie constitue la principale utilisation. Les applications directes dans le domaine thermique sont très limitées. Sachant que cette énergie peut contribuer au développement local, nous avons trouvé utile de réaliser une base de données géothermiques liée à un système d'information géographique. Celle-ci regroupe toutes les informations caractérisant les ressources. Ces informations sont facilement et rapidement accessibles. Elles peuvent constituer un guide d'aide à la décision pour toute application géothermique.*

Abstract - *Algeria has a large potential for the exploitation of low enthalpy geothermal resources. Unfortunately, they are mainly used for balneology, direct uses are very limited. To promote this energy, it was decided that GIS database would be the best tool. Geothermal data can be stored, analysed and represented in several thematic maps. This database could be used as a guide for decision maker to consider geothermal uses.*

Mots clés: Ressources géothermiques - Base de données - SIG - Cartes thématiques.

1. INTRODUCTION

La conception et la réalisation d'un système d'information géographique 'SIG' intégrant les informations sur les sources thermales, les forages et les réservoirs géothermiques peut répondre aux besoins des gestionnaires, des investisseurs privés et des professionnels travaillant dans le domaine des ressources en eaux.

Le 'SIG' est formé principalement d'un système de gestion de base de données géographiques et d'un outil d'analyse spatial. La représentation des données se fait en mode vectoriel et en mode raster.

Le mode vectoriel, correspond au format le plus utilisé pour les objets définis par une paire de coordonnées X et Y. Dans ce cas, les objets sont localisés avec précision; et ils sont représentés, soit par des points (forage, point d'eau,.), soit par des lignes (route, rivière,.) ou bien par des surfaces (formation géologique, wilaya, communes,.). Ce mode donne une représentation très conforme à la réalité.

Par contre, le mode image ou raster est moins précis; il correspond à une partition régulière de l'espace sous forme de pixels affectée d'une valeur numérique. Ce mode est plus approprié pour l'analyse spatiale des variables continues comme les précipitations et les données radiométriques.

2. RESSOURCES GEOTHERMIQUES

Les ressources géothermales de l'Algérie sont de type basse énergie, elles sont principalement situées au Nord et au Sahara septentrional. Du point de vue géologique, les réservoirs sont généralement d'âge mésozoïque et de type calcaire, calcaire gréseux et grès. Nous avons un réservoir continu au sud, constitué essentiellement par des grès. Il est souvent appelé réservoir

* kedaid@hotmail.com

albien. Ce type est plus facile pour l'exploitation. Les autres réservoirs sont localisés au Nord, du point de vue géologique, cette zone est moins stable. De ce fait, les réservoirs sont complexes et discontinus. Ils sont généralement constitués par des calcaires et calcaires gréseux (Fig. 1).

Au Nord, dans la région qui s'étend de l'Atlas Saharien jusqu'à la côte, émergent plus de 200 principales sources thermales. La température de l'eau varie entre 22 et 98 °C et la minéralisation totale en sel dissous (TDS) entre 4 et 10 g/l. Les réservoirs se situent généralement à des profondeurs comprise entre 1500 et 2500 m. Une estimation de la température profonde de l'eau montre que celle-ci ne dépasse pas 120 °C (région de Guelma).

En allant vers le Sud, au Sahara septentrional, nous avons le réservoir de l'albien. Ce dernier couvre une superficie de 600.000 km^2. Il a été atteint par plusieurs forages. Il est captif et chaud uniquement dans sa partie orientale. Dans cette partie orientale, le toit du réservoir est entre 1000 et 2600 m, la température moyenne de l'eau est de l'ordre de 60 °C et la salinité peut atteindre 3 g/l.

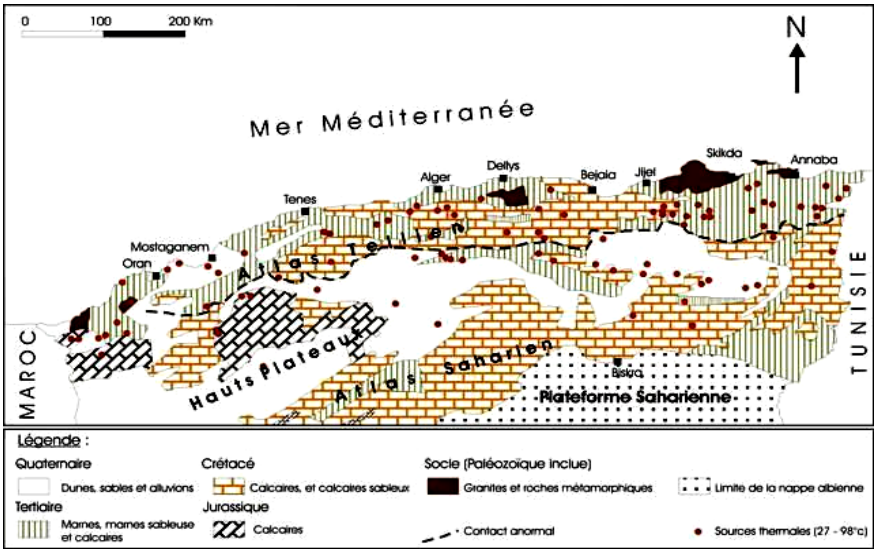

Fig. 1: Carte géologique du Nord de l'Algérie [3]

3. INTEGRATION DES DONNEES DANS UN SIG

Les données géothermiques sont caractérisées par deux attributs: attributs descriptifs ou alphanumériques tabulaire, regroupant les informations sur la géologie et sur les points d'eau et les forages; attributs spatiales relatifs à la géométrie des aquifères et à la position spatiale des forages et des sources.

Les données dont nous disposons proviennent de sources diverses. Elles ont été collectées auprès d'organismes nationaux, sous un format papier, mesurés sur terrain et numérisées (**Tableau 1**). Ces données se rapportent à la composition chimique des eaux thermales, aux diagraphies du forage, au gradient géothermique et flux de chaleur et aux cartes topographiques, géologiques et hydrogéologiques.

3.1 Création de la base de données

Pour valoriser l'information collectée, dans un premiers temps, les données ont été saisies dans un tableur Microsoft Excel. Cette base de donnée tabulaire est organisée en quatre tables. La première table (**Tableau 2**) regroupe les informations sur les sources thermales, à savoir: les coordonnées, la localité, la composition chimique, et la date de prélèvement.

Tableau 1: Composantes thématiques de la base de données

Thème	Type spatial	Format données	Mode Acquisition	Origine
Géologie	Polygone	Vecteur	Numérisation	Carte géologique
Points d'eau	Point	Vecteur	Numérisation	[1, 2]
Forages pétroliers, gradient (flux et gradient)	Point et ligne	Vecteur	Numérisation et Interpolation	SONATRACH
Limites administratives	Polygones	Vecteur	Numérisation	INCT
Villes	Point	Vecteur	Numérisation	Carte topographique
Limites de la nappe albienne	Polygone	Vecteur	Numérisation	Carte hydrogéologique
Chimie des eaux	Arc et point	Vecteur	Numérisation	[2], ENEL, CDER

Tableau 2: Type d'informations concernant les sources thermales [2]

N°	Dénomination	Localité	Long.	Lat.	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	Fe^{+}/Li^{+}	HCO^{+}_{3}
1	H. Chellala	Guelma	7,19	36,44	215	28.3	16	218,7	-	330,6
2	H. N'bailes	Bouchegouf	7,57	36,32	370	157	12	550	-	702
3	H. Berda	Guelma	7,45	36,52	100	57	4	10	-	372
4	H. Hamimine	Souk Ahras	8,1	36,46	10	12	10	525	0,95	927
5	H. Zaid	Guelma	8,03	36,36	145	91	6	128	-	580
6	H. Assasla	Bouchegouf	7,54	36,33	88	31	2	28	0,285	28l
7	H.BenHachani	Sedrata	7,34	36,22	380	108	12	93	1	415
8	H. L'mina	Bouchegouf	7,64	36,32	96	569	92	2500	-	970
9	H.BirElAcheb	Sedrata	7,46	36,1	38	873	4	4850	1,8	1190
10	H. Zatout	Bouhadjar	8,13	36,47	34	48	8	463	-	933
11	H. Guerfa	Sedrata	7,34	36,23	380	118	16	95	-	366
12	H. Roumia	Guelma	7,55	36,33	23	94	6	33	0.065	317
13	H. Ben Tahar	Bouchegouf	7,52	36,3	310	61	24	115	0.61	502
15	H. Sidi Zaid	Guelma	8,14	36,47	15	23	27	650	0.1	1007
16	H. Beni Salah	Guelma	7,82	36,48	23	28	8	358	-	592

N°	Dénomination	Localité	Cl^{-}	SO_4	NO_2^{-}	NO_3^{-}	Résidu Sec	pH	T°C	Date
1	H. Chellala	Guelma	36,3	396,5	3	-	1600	-	98	1983
2	H. N'bailes	Bouchegouf	2425	450	-	7	6211	6,6	34	#
3	H. Berda	Guelma	15	130	-	6	610	7,2	28	
4	H. Hamimine	Souk Ahras	150	93	-	3	1642	8	37	#
5	H. Zaid	Guelma	330	43	-	1	1302	7,1	39	#
6	H. Assasla	Bouchegouf	50	100	-	2	573	6,5	34	#
7	H.BenHachani	Sedrata	195	863	0.032	-	2046	6,8	70	#
8	H. L'mina	Bouchegouf	4500	950	-	-	10964	6,4	40	#
9	H. BirElAcheb	Sedrata	8600	960	0,1	4	16638	6,9	28	#
10	H. Zatout	Bouhadjar	360	53	-	-	1858	7,6	38	#
11	H. Guerfa	Sedrata	250	900	-	1	2206		68	#
12	H. Roumia	Guelma	45	188	-	2	689	7,6	-	#
13	H. Ben Tahar	Bouchegouf	165	613	-	41	1691	7,2	34	#
15	H. Sidi Zaid	Guelma	400	20	-	2	2043	8	-	#
16	H. Beni Salah	Guelma	295	30	0.01	1	1256	7,8	48	#

La seconde et la troisième table concernent les forages présentent les données du gradient géothermique et du flux de chaleur (**Tableau 3** et **4**). Nous avons regroupé, dans la quatrième table, les données des forages qui ont atteint le réservoir albien (**Tableau 5**). Par la suite, cette base de données tabulaire a été liée à un logiciel de système d'information géographique.

Tableau 3: Données de flux de chaleur [5]

Forage	Longitude	Latitude	Température de surface (°C)	Flux de chaleur (mW/m^2)
TIO 1	0°07'00"W	27°02'00" N	27	90
IS 2	2°30'14" E	27°11'26" N	23	109
TITN 1	1°22'09" E	27°15'06" N	28	93
BL 1	9°03'03" E	27°18'28" N	25	108
DJHN 1	0°54'00" W	27°24'00" N	25	65
TX 1	8°26'02" E	27°25'43" N	25	94
IR 1	7°48'24" E	27°29'26" N	25	105
TEE 1	09°48'19" E	27°30'14"N	25	99
BT 2	9°07'00"E	27°34'00" N	26	105
HOA 1	9°44'07" E	27°37'48" N	25	108
OTLA 1	0°37'58"E	27°43'18" N	25	90
GTT 1	7°38'41" E	27°49'32" N	25	90
TXA 1	7°50'06" E	27°52'45" N	25	71
GHR 1	2°53'00" E	27°53'00" N	24	113
REG 3	2°09'00 " E	28°00'00" N	25	108
REG 2	2°07'51" E	28°02'53" N	25	100
ADE 1	7°47'12" E	28°04'04" N	26	88
REG	2°04'00"E	28°05'06" N	26	117
IRL 2	8°40'15" E	28°07'51" N	24	65
SBAA 3	0°07'54" W	28°08'56" N	24	94
REG 5	2°04'00" E	28°10'00" N	24	111
KES 1	0°29'52" E	28°10'58"N	24	105
TEG 1	2°32'00" E	28°15'00" N	23	101

Tableau 4: Exemple de données sur le gradient géothermique [4]

Forage	Longitude	Latitude	Gradient (°C / 100 m)
AKF-1	9°15'00"E	30°58'59"	2.9
AM-1	0°28'59"W	27°18"	6.63
AR-101	06°04'51"E	30°25'55	2.7
ALN-1	06°19'28"E	30°02'14"	3.5
AR-11	05°32'20"E	30°47'09"	2.6
AAR-1	09°46'03"E	29°05'57"	4.2
Ae-2b	30°05'70"E	32°26'31"	2.4
ASL-1	06°28'45"E	29°05'57"	2.7

Tableau 5: Caractéristiques chimiques de la nappe albienne [1]

Forage	Région	RS	T°C	pH	Ca	Mg	K	Na	Cl	SO_4	CO_3
H011-541	El Oued	1562	-	7,4	132	65	50	230	450	434	220
H011-516	El Oued	1970	65	7,7	226	97	36	190	440	570	185
H011-408	El Oued	1992	-	-	258	84	-	200	476	662	78
H012-37	El Oued	3440	-	7,72	176	14	38	750	442	1280	171
J010-583	Ouargla	1620	51	79	156	68	30	250	417	550	188
L011-11	Ouargla	3333	48	7,9	350	87	74	640	1292	800	40
L011-12	Ouargla	2831	-	7,4	280	48	-	390	689	938	56
H006-64	Laghouat	435	-	7,1	75	17	-	30	50	108	185
H006-59	Laghouat	1666	-	7,4	186	64	-	205	351	655	148
H006-50	Laghouat	1706	-	-	258	66	-	165	192	711	158
G009-122	Biskra	2200	57	8	216	139	60	416	580	1200	116

Les concentrations sont en mg/l.

3.2 Affichage des données et édition des cartes

Le logiciel utilisé pour afficher les données est Mapinfo 6. Ce logiciel de SIG permet de combiner différentes couches, de digitaliser des images raster et de visualiser les cartes. Pour réaliser des cartes d'édition, les données de Mapinfo sont exportées en format PDF. Adobe illustrator nous a permis d'importer les cartes en PDF et d'effectuer une modification des contours pour avoir une meilleure qualité d'édition.

4. RESULTATS

L'analyse spatiale effectuée a pour objectif la définition des ressources géothermiques pour usage thermique. La carte de répartition géographique des sources thermales (Fig. 2) montre que l'Algérie dispose de ressources basse énergie dont la température d'émergence varie entre 98 et 30 °C, et de ressources très basse énergie qui concernent les aquifères peu profonds de température inférieure à 30 °C. Ces ressources offrent de nombreuses possibilités pour les applications directes (Fig. 3).

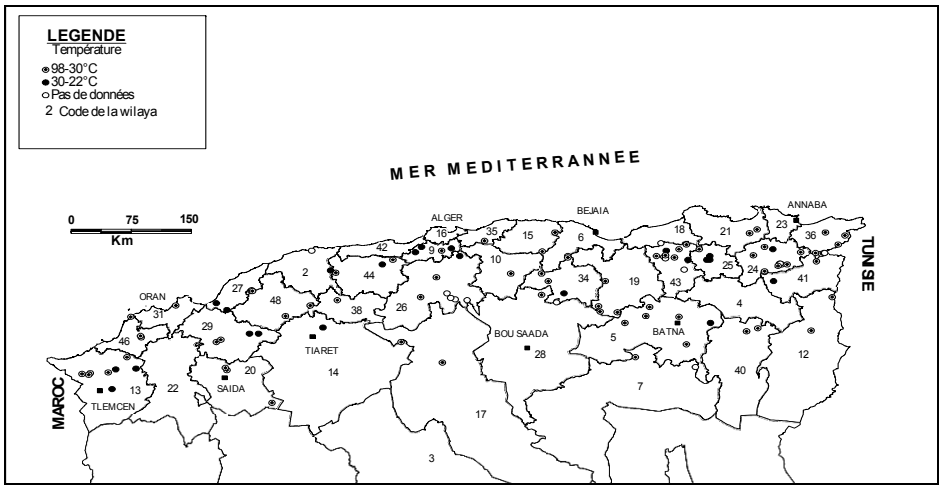

Fig. 2: Température des principales sources thermales du nord de l'Algérie

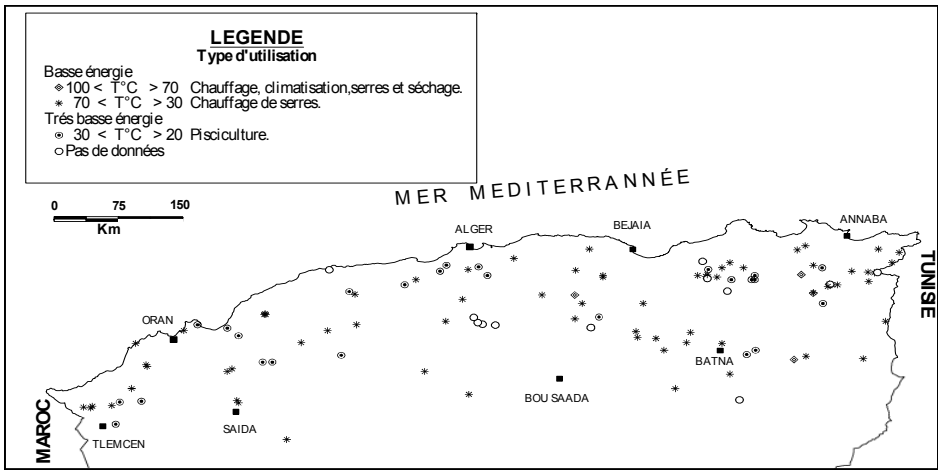

Fig. 3: Possibilités d'applications des eaux thermales de l'Algérie

Compte tenu de la température de eaux (Fig. 4), le réservoir de l'albien laisse à envisager les mêmes types d'applications que le Nord, notamment dans le domaine de l'agriculture et la pisciculture.

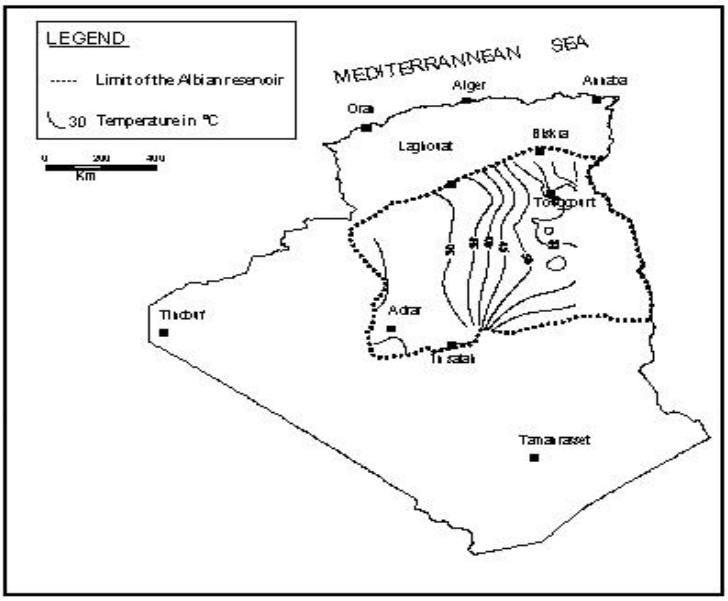

Fig. 4: Variation de la température de l'eau du réservoir albien [1]

5. CONCLUSION

L'élaboration de la base de données 'SIG' permet de gérer, d'actualiser, d'analyser et d'afficher les informations disponibles. L'analyse spatiale réalisée sous Mapinfo nous a permis d'éditer des cartes thématiques caractérisant les ressources géothermales de l'Algérie. A l'exception de quelques applications expérimentales, la géothermie a été réservée jusqu'à présent à la balnéologie. La carte des possibilités d'utilisation présentée ici (Fig. 3) peut servir de guide pour les collectivités afin de promouvoir les applications de l'énergie géothermique. Le chauffage urbain, l'agriculture et la pisciculture constituent les principaux axes.

REFERENCES

[1] Document Agence Nationale des Ressources hydriques - ANRH, '*Données de Forages ayant atteint le Réservoir Albien*', 2004.

[2] Document Entreprise Nationale d'Etudes Touristiques - ENET, '*Inventaire et Résultats d'Analyses Chimiques des Sources Thermales*', 1982.

[3] A. Fekraoui and F.Z. Kedaid, '*Geothermal Resources and Uses in Algeria: a Country Update Report*', In Proceedings of WGC'2005, 2005.

[4] F.Z. Kedaid *et al.*, '*Carte Géothermique Préliminaire du Nord de l'Algérie au 1/1000.000*', Rapport Interne, CDER, 35 p., 1988.

[5] D. Takherist and A. Lesquer, '*Mise en Evidence d'Importantes Variations Régionales du Flux de Chaleur en Algérie*', Canadian Journal Earth Science, Vol. 26, pp. 615 – 626, 1989.