

## DIX ANS DE GEOTHERMIE EN HAINAUT

André DELMER<sup>1</sup>, Alain RORIVE<sup>2</sup> & Vinciane STENMANS<sup>3</sup>

**ABSTRACT.** Ten years of geothermal exploitation in Hainaut (St-Ghislain and Douvrain) leads to positive evaluation and favours further actions, at Mons for instance. Pump corrosion effects are described.

**KEYWORDS:** geothermics, corrosion, Hainaut.

**RESUME.** Le bilan de dix ans d'exploitation géothermique à Saint-Ghislain et à Douvrain (Province de Hainaut) est positif, même en tenant compte des problèmes de corrosion, et incite à effectuer d'autres actions, notamment à Mons.

**MOTS-CLES:** géothermie, Hainaut, corrosion.

### 1. INTRODUCTION

Ivan de Magnée manifestait un grand intérêt pour la géothermie en Hainaut. Dès la pénétration de la sonde du sondage de St-Ghislain dans la série évaporitique, I. de Magnée avait perçu toutes les implications que cette découverte aurait sur nos conceptions tectoniques, sur l'origine des brèches et sur l'hydrologie profonde. En hommage à sa mémoire, nous publions aujourd'hui les observations que dix ans d'exploitation de la géothermie en Hainaut ont permis de recueillir.

Des quatre points chauds connus dans le Borinage qui, naguère, ont fait l'objet d'une description (Delmer *et al.*, 1982 ; de Magnée *et al.*, 1986) deux sondages sont exploités depuis une dizaine d'années. Ce sont les sondages de St-Ghislain et de Douvrain.

### 2. SONDAGE DE ST-GHISLAIN

A partir de ce sondage, un réseau de chauffage urbain exploité par l'Intercommunale I.D.E.A. alimente en eaux chaudes et ce depuis 1986:

- le hall des sports et la piscine de St-Ghislain,
- trois écoles (Ecoles techniques du Hainaut, Athénée,

Ecole Jean Rolland),

- des logements en cités, au nombre de 355,
- des serres horticoles de 4000 m<sup>2</sup> de superficie,
- et, en bout de ligne, la station d'épuration de Wasmuël, pour favoriser la fermentation des boues et la production de biogaz. Depuis novembre 1994, l'important Centre hospitalier du Grand Hornu est également chauffé à partir du puits géothermique de St-Ghislain et du réseau de chauffage urbain.

Le tableau 1 donne, d'année en année, depuis 1985 et en Mégajoules: l'énergie totale dispensée par la centrale de chauffe, l'énergie d'appoint (gaz naturel) nécessaire en hiver et en cas d'avarie à la pompe, la différence entre les deux, qui représente l'énergie géothermique seule et enfin, le nombre de m<sup>3</sup> d'eau chaude produits par le puits et donc soutirés à la nappe.

Le nombre total de m<sup>3</sup> extraits, depuis la mise en service du puits de Saint-Ghislain jusque fin 94, s'élève à 4.682.305 m<sup>3</sup> soit une moyenne annuelle de 495.923 m<sup>3</sup>, ce qui représente une énergie totale de 333.220.570 MJ ou 192.561.269 kwh soit encore 9.811 Tep (tonne équivalent pétrole), apportée du sous-sol.

Si on exclut l'année 1986 marquée par un incident technique important - corrosion de la pompe - l'apport géothermique annuel moyen couvre 94,8% des

<sup>1</sup> Directeur honoraire du Service géologique de Belgique, Avenue Colonel Daumerie 16 - B-1160 Bruxelles.

<sup>2</sup> Chemin à Baraques 96 - B-7000 Mons.

<sup>3</sup> Crystal Drilling, Place des Tuileries 3/7 - B-1300 Wavre.

Années	Energie totale (MJ)	Energie gaz (MJ)	Energie géothermique (MJ)	Eaux chaudes géothermiques (m <sup>3</sup> )
1985*	5714170	0	5714170	219000
1986	44769600	11079002	33690598	443607
1987	41224900	137070	41087830	498087
1988	32639403	1974891	30664512	386636
1989	33672283	1923326	31748957	395692
1990	35961337	2662926	33288411	383780
1991	40552907	3807906	36744999	493724
1992	38838800	1811864	37024936	586935
1993	39779477	2095831	37683646	647321
1994	47058120	1923609	45582511	627526
<b>Totaux</b>	<b>360660997</b>	<b>27416425</b>	<b>333220570</b>	<b>4682305</b>

**Tableau 1.** Productions énergétiques de la centrale géothermique de St-Ghislain et volumes annuels d'eau géothermique consommée.

\* Mise en service en 1985.

besoins de chauffage, ce qui dépasse largement les prévisions initiales (80%).

Depuis 1985, la température des eaux extraites reste stable et, en débit de pointe, soit 150 m<sup>3</sup>/h, la température dépasse 73 °C. Les seules variations de température sont celles qui dépendent du débit et donc des déperditions calorifiques lors de la remontée des eaux depuis le fond jusqu'en surface. Aux faibles débits, la température de l'eau chute à 66 °C.

Les eaux géothermiques de St-Ghislain sont saturées en sulfate, soit environ 1,8 gr CaSO<sub>4</sub> au litre, ce qui équivaut à 8.428 tonnes de CaSO<sub>4</sub> extraites du sous-sol avec les eaux géothermiques en une dizaine d'années.

Le suivi mensuel de la qualité des eaux n'indique pas de modification significative de la composition chimique. C'est ce qui ressort des analyses faites régulièrement et reportées en douze graphiques de la figure 1. Peut-être y trouverait-on une variation systématique, non encore expliquée, de la conductance et de la teneur en silice.

Ces constatations semblent devoir prêter longue vie au puits géothermique de St-Ghislain.

### 3. SONDAGE DE DOUVRAIN

Ce sondage, sous exploité, n'alimente présentement que le conditionnement d'air de la clinique Louis Caty à Baudour. La température maximale de 66 °C est rarement atteinte en raison du faible débit géothermique, inférieur à 50 m<sup>3</sup>/h. Le tableau 2

donne la production d'eau géothermique, le total depuis 1985, jusqu'à ce jour, s'élevant à 800.260 m<sup>3</sup>, soit en moyenne 84.825 m<sup>3</sup> par an.

Contrairement à la relative stabilité de composition chimique des eaux chaudes de St-Ghislain, les analyses chimiques mensuelles des eaux du puits de Douvrain indiquent une modification continue du chimisme consistant en une diminution de la minéralisation bien mise en évidence sur les diagrammes de la figure 2, sauf peut-être en ce qui concerne la dureté temporaire, liée aux bicarbonates.

Ces observations nous amènent à penser qu'une certaine quantité d'eau froide moins minéralisée

Années	Eaux chaudes géothermiques
1985*	4825
1986	646965
1987	69130
1988	12760
1989	50170
1990	56820
1991	102430
1992	130920
1993	77930
1994	66300
<b>Total</b>	<b>768250</b>

**Tableau 2.** Puits géothermique de Douvrain. Volume d'eau géothermique produite.

\* Mise en service en 1985.

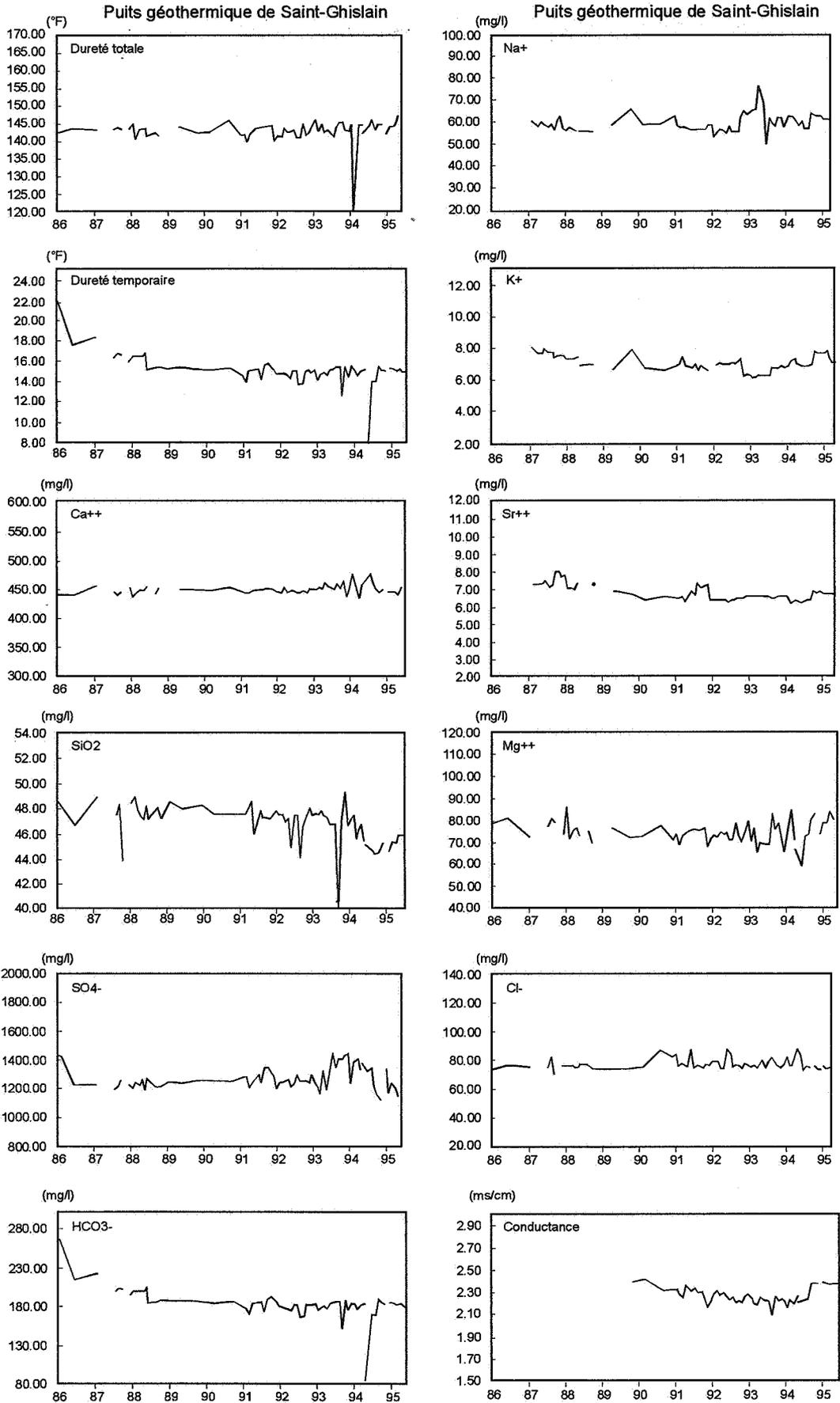


Figure 1. Puits géothermique de Saint-Ghislain. Variation de la composition chimique.

### Puits géothermique de Douvrain

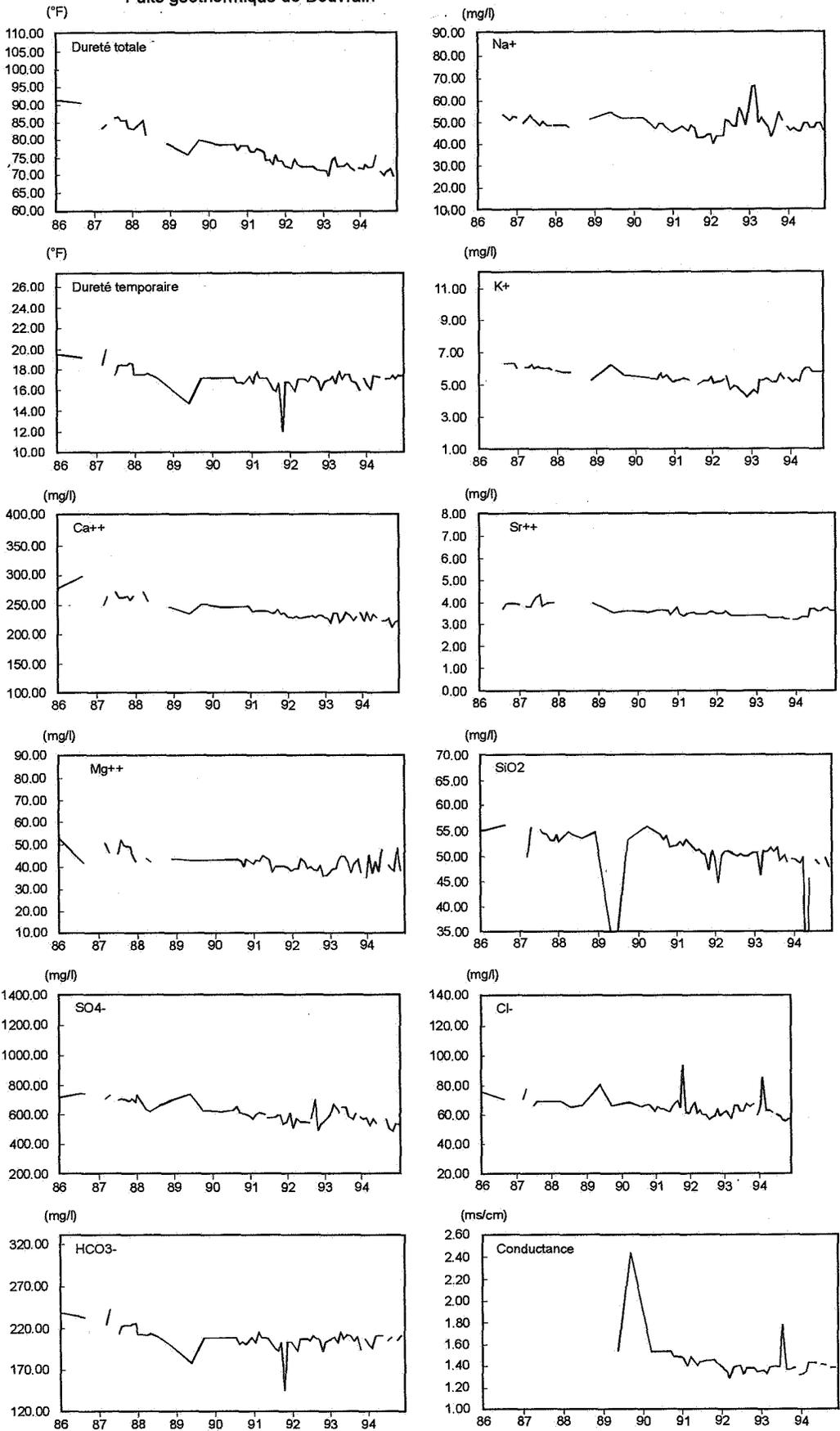


Figure 2. Puits géothermique de Douvrain. Variation de la composition chimique.

Perspective monodimensionnelle

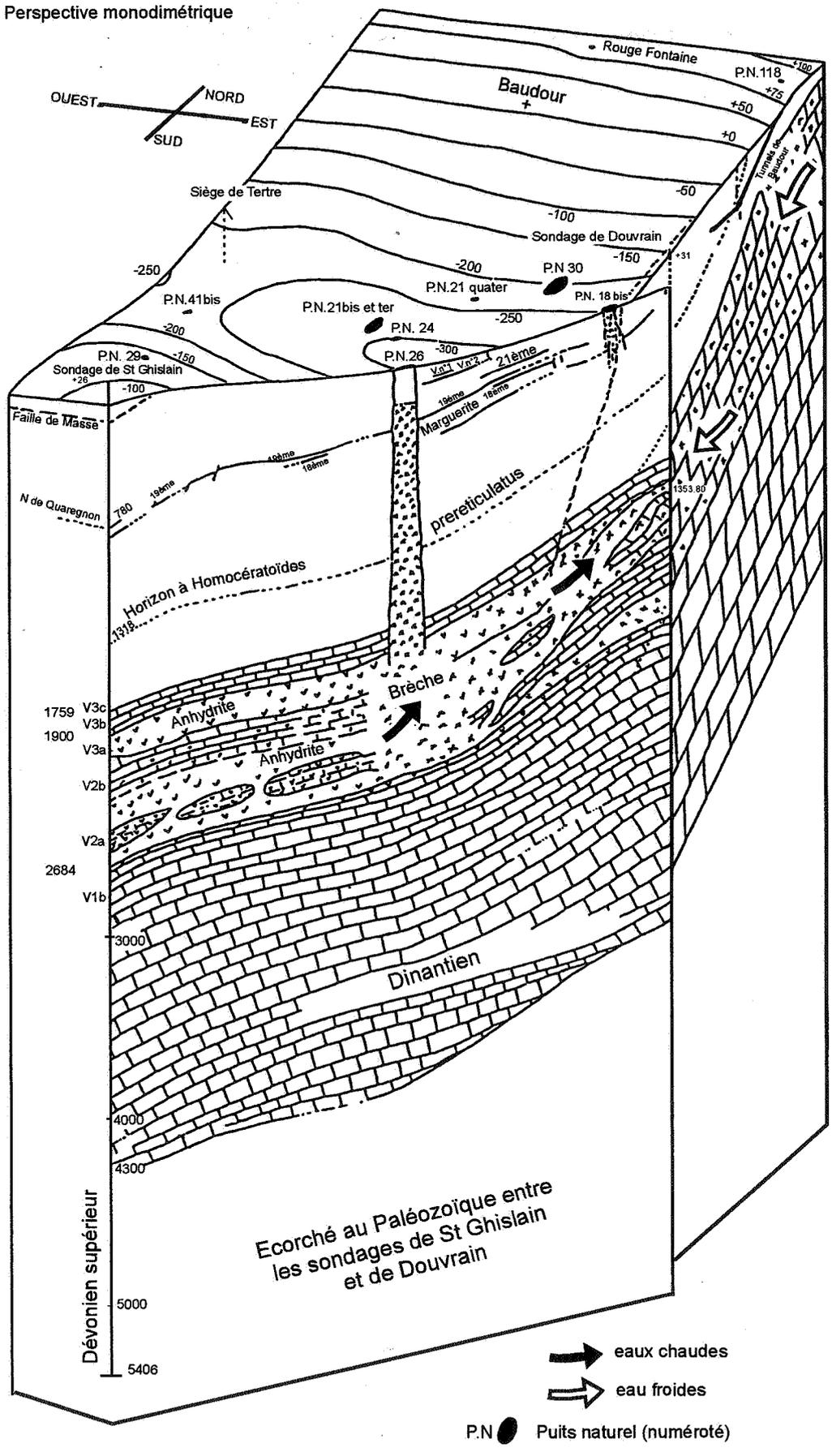


Figure 3. Mise en perspective des sondages de Saint-Ghislain, de Douvrain et des tunnels de Baudour.

	Saint-Ghislain	Douvrain	Calcaire Carbonifère
Dureté totale (°F)	143	77	35
Dureté temporaire (°F)	15	17	28
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	450	240	108
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	75	42	18
Na <sup>+</sup> (mg/l)	62	50	22
K <sup>+</sup> (mg/l)	7	5.5	2.6
Si <sup>++</sup> (mg/l)	6.5	3.8	0.2
Fe tot (mg/l)	1	6	0.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	180	210	380
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	1250	620	50
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	77	65	20
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0.5	0.16	0.8
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	47	52	10
Conductance (mS/cm)	2.3	1.4	0.7

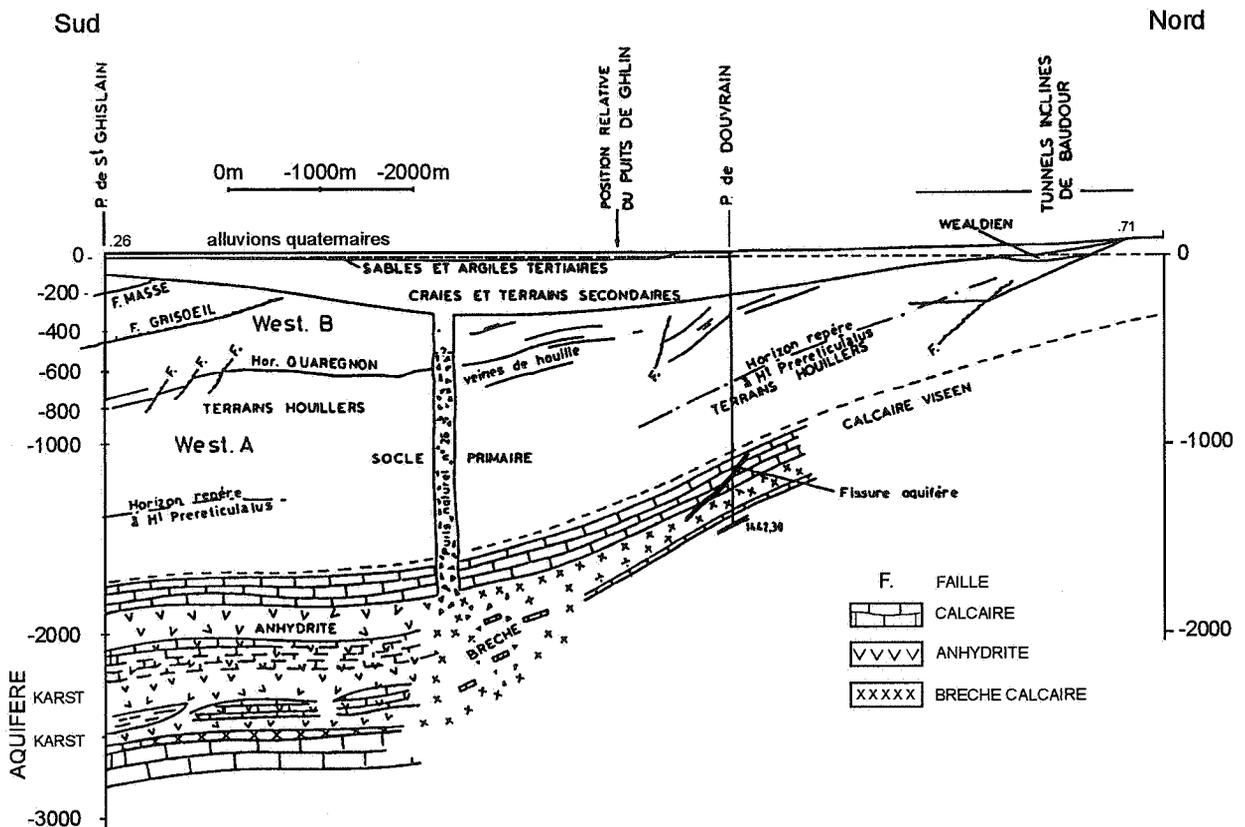
**Tableau 3.** Composition chimique moyenne des eaux géothermiques de St-Ghislain, de Douvrain et des eaux de l'aquifère du Calcaire carbonifère.

provenant des aquifères "de surface" vient se mêler aux eaux chaudes présentes en profondeur.

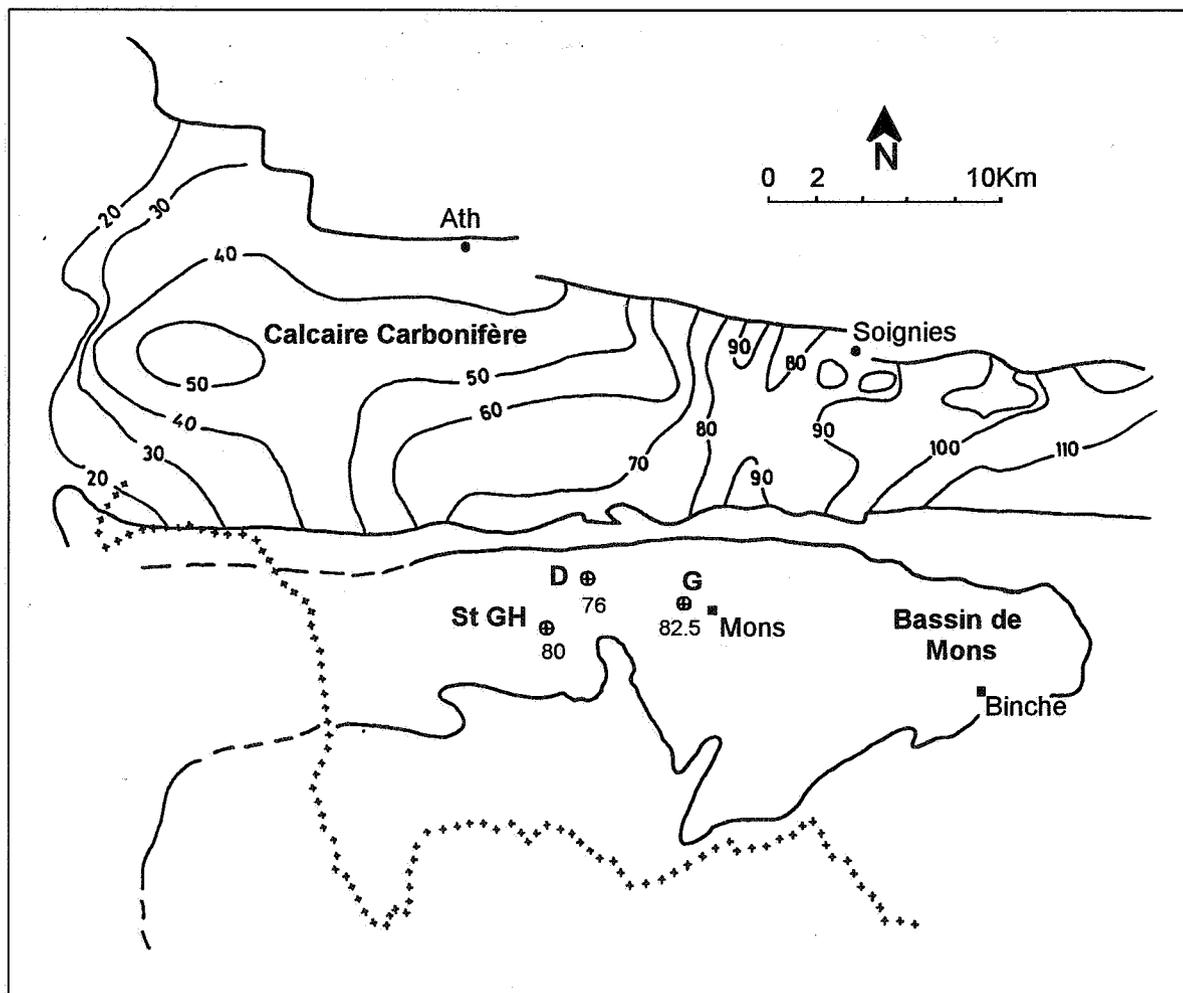
Le prélèvement d'eau chaude doit se faire déjà dans la zone de cimentation, là où la calcite se dépose dans les pores. Dans cette zone, la porosité en grand de

l'aquifère est faible et il faut se souvenir que le forage n'avait rencontré qu'une seule fissure productrice.

Cette faible capacité est responsable de l'arrivée d'eaux moins minéralisées. Ceci nous fait regretter d'avoir interrompu le creusement du sondage après



**Figure 4.** Coupe interprétative passant par Saint-Ghislain-Douvrain et les tunnels inclinés de Baudour.



**Figure 5.** Charges hydrauliques dans les puits géothermiques de Saint-Ghislain (St-Gh.), de Douvrain (D) et de Ghlin (G) dans le Bassin de Mons, comparées aux courbes isopièzes dans la nappe du Calcaire carbonifère dans la zone d'affleurement, au Nord du Bassin de Mons.

n'avoir traversé que 288 mètres de calcaire sans être certain de la manière dispersée ou concentrée dont se fait la circulation tant de l'eau chaude que celle de l'eau froide.

Sachant que les parois d'un conduit se mettent rapidement en équilibre de température avec celle de l'eau, l'abaissement de la température n'est pas encore ressenti à Douvrain; toutefois, l'apport d'eau en provenance des aquifères de subsurface est prouvé par la variation du chimisme.

Il est vraisemblable qu'en variant le débit du sondage, on ferait varier l'apport des eaux chaudes et des eaux froides et en conséquence la minéralisation des eaux sortant du sondage.

Si on admet que la quantité de sel dissous dans l'eau n'a pas variée depuis 1986 jusqu'à aujourd'hui et compte tenu des compositions chimiques moyennes des différentes eaux (tableau 3), on calcule que 20%

d'eau froide faiblement minéralisée s'ajoute à l'eau chaude.

#### 4. DISCUSSION

Le bloc diagramme de la figure 3 et la coupe de la figure 4 montrent les relations géométriques qui lient le sondage de St-Ghislain à celui de Douvrain.

La continuité des aquifères calcaires y apparaît clairement, du sud et en profondeur, à St-Ghislain, au nord où affleure le Calcaire Carbonifère en passant par Douvrain et les tunnels inclinés de Baudour.

Du point de vue hydraulique, la piézométrie indique également la continuité et la connexion probable des aquifères profonds et de subsurface. La figure 5 permet en effet de comparer les charges hydrauliques mesurées en tête des trois puits géothermiques aux

courbes isopièzes dessinées dans la nappe du Calcaire Carbonifère là où elle affleure.

Ce qui précède nous amène à réévaluer l'exploitabilité de la géothermie en Hainaut. Sous l'axe Est-Ouest du bassin de Mons, comme au droit de St-Ghislain, l'aquifère géothermique profond paraît épais, de grande capacité, et exploitable durablement, même par plusieurs puits, par exemple dans la région montoise. Plus au Nord par contre, l'aquifère semble réduit, moins capacitif et ne permet qu'une exploitation limitée, soit en durée, soit en débit.

## 5. CORROSION

Le chimisme des eaux géothermiques profondes est particulier et des précautions doivent être prises pour le choix des matériaux, ainsi que nous l'a appris le bris de la première pompe immergée dans le puits de St-Ghislain. Pour démarrer à ses débuts l'opération de chauffage urbain, le choix du matériau du corps de la pompe immergée est resté classique, c'est-à-dire en fonte lamellaire. Il faut signaler que ce groupe motopompe a un "design" particulier pour pouvoir être introduit dans le casing très étroit de 9"5/8 du puits et au débit 150 m<sup>3</sup>/h à 73°C. Le groupe est pourvu d'un carter spécial permettant le refroidissement à l'huile. Le premier groupe n'a fonctionné que 17 mois avant rupture d'un étage du corps de pompe.

L'examen à la microsonde du métal a montré une corrosion spectaculaire de la fonte lamellaire par les sulfures contenus dans les eaux géothermiques. Les images électroniques de la planche 1 montrent la gangrénisation par le soufre provoquant par suite l'apparition de fissures rendant le métal fragile et cassant.

Une plage choisie dans la fonte lamellaire en partie corrodée (photo 1 de la planche 1) donne par

## PLANCHE 1

Corrosion de la fonte lamellaire par les sulfures des eaux géothermiques à Saint-Ghislain.

Photo n° 1. plage étudiée dans la fonte lamellaire en partie corrodée. SEI 425 x.

Photo n° 2. répartition de l'élément O. WLD O (K $\alpha$ ). 425 x.

Photo n° 3. répartition de l'élément S. WLD S (K $\alpha$ ). 425 x.

Photo n° 4. répartition de l'élément Fe. WLD Fe (K $\alpha$ ). 425 x.

spectrométrie du rayonnement X, la répartition des éléments O, S et Fe (photos 2, 3 et 4). On y voit un enrichissement en O et S dans la zone corrodée tandis qu'il y a un déficit de Fe dans la même zone.

Les nouveaux corps de pompes sont à présent réalisés en alliage Cu-Sn-Al. Remontés et examinés tous les deux ou trois ans, ils ne montrent pas de trace de corrosion.

## 6. CONCLUSIONS

Dix ans d'exploitation de la géothermie en Hainaut par l'Intercommunale I.D.E.A. ont permis d'emmagasiner des informations intéressantes pour l'avenir de ce potentiel thermique. Des relations hydrauliques existent très probablement entre l'aquifère profond et celui du Calcaire Carbonifère affleurant au Nord, ce que semble indiquer la variation lente du chimisme des eaux. Une éventuelle exploitation future par d'autres puits devrait être basée sur la capacité plus importante de la nappe d'eau chaude dans l'axe du bassin de Mons.

## 7. BIBLIOGRAPHIE

DELMER, A., LECLERCQ, V., MARLIERE, R. & ROBASZYNSKI, F., 1982. La géothermie en Hainaut et le sondage de Ghlin (Mons-Belgique). *Ann. Soc. géol. du Nord*, CI: 189-206.

de MAGNEE, I., DELMER, A. & CORDONNIER, M., 1986. Les évaporites pré-permiennes en Europe : Aspects sédimentologiques, paléogéographiques et structuraux. *Bull. Soc. belge de Géologie*, 95: 213-220.

Manuscrit reçu le 15 octobre 1995 et accepté pour publication le 7 novembre 1995.

