

**DOCUMENT PUBLIC**

*Analyse chimique de la nappe  
du Calcaire de Brie –  
Chailly-en-Bière (Seine-et-Marne)*

octobre 2001  
BRGM/RP-51263-FR



**BRGM**  
L'ENTREPRISE AU SERVICE DE LA TERRE

**DOCUMENT PUBLIC**

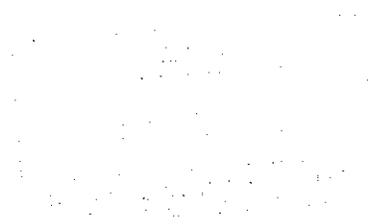
*Analyse chimique de la nappe  
du Calcaire de Brie –  
Chailly-en-Bière (Seine-et-Marne)*

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service Public du BRGM 01EAU514

J.F. Vernoux  
*avec la collaboration de*  
B. Sanjuan, M. Brach

octobre 2001  
BRGM/RP-51263-FR





Mots clés : Analyse chimique, Calcaire de Brie, Chailly-en-Bière, Dogger, isotopes

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

J.F. Vernoux, B. Sanjuan, M. Brach (2001) - Analyse chimique de la nappe du Calcaire de Brie – Chailly-en-Bière (Seine-et-Marne), rapport BRGM/RP-51263-FR, 9 pages, 2 figures, 2 tableaux, 1 annexe

© BRGM, 2001, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>Erreur! Sign</b>
<b>1. Localisation du site .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Prélèvement et analyses.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Résultats des analyses.....</b>	<b>7</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>9</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>11</b>

## **Introduction**

Dans le cadre des actions du BRGM d'appui scientifique et technique aux services chargés de la police de l'eau, la DRIRE Ile-de-France a sollicité l'appui technique du Service Géologique Régional d'Ile-de-France pour réaliser une analyse d'eau sur le site de Chailly-en-Bière en Seine-et-Marne.

L'échantillon d'eau devait être représentatif de la nappe du Calcaire de Brie atteinte par le piézomètre 27-1 installé par la société TotalFinaElf en 1995.

L'objectif de cette analyse est de caractériser une pollution aux chlorures (258 mg/l en mars 2000) et d'évaluer si les chlorures peuvent provenir du réservoir du Dogger qui contient une eau très minéralisée (8.6 g/l dont 5.2 g/l de chlorures).

## 1. Localisation du site

Le prélèvement a été réalisé sur le piézomètre 27-1 (02586X0144) (figure 1). Ce piézomètre suit la nappe du Calcaire de Brie (cf. coupe géologique ci-dessous) ; il est crépiné de 10,7 à 27 m, à la base des Sables de Fontainebleau et sur toute la hauteur du Calcaire de Brie.

Le piézomètre 27-1 est situé à proximité immédiate du piézomètre 27-2 (02586X0144) qui suit la nappe du Calcaire de Champigny et du forage de développement CHY27 (02586X0043) qui a atteint le Dogger.

### Coupe géologique du piézomètre 27-1

0 m	-1 m	QUATERNAIRE	TERRAIN DE COUVERTURE
-1 m	-17 m	STAMPIEN	SABLES DE FONTAINEBLEAU
-17 m	-29 m	STAMPIEN	CALCAIRE DE BRIE
-29 m	-32 m	STAMPIEN	MARNES VERTES

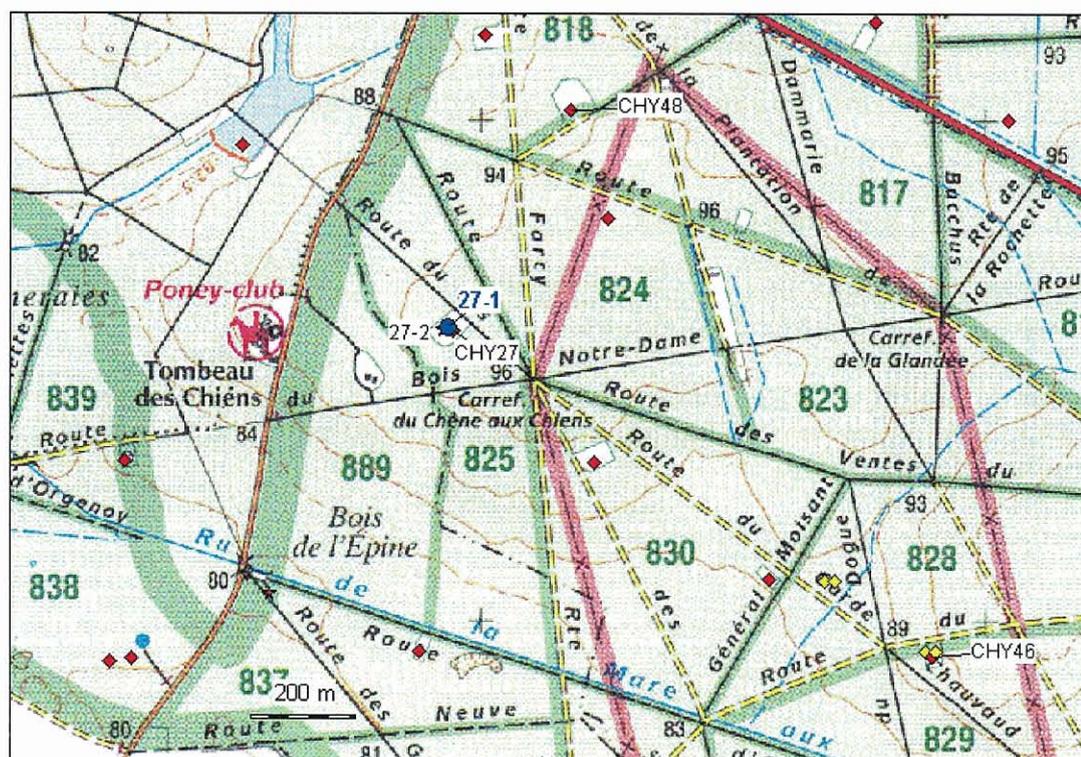


Fig. 1 – Localisation du point de prélèvement

## 2. Prélèvement et analyses

Le prélèvement a été réalisé par le BRGM le 29 août 2001 sur le piézomètre 27-1 en présence de M. Lacoste représentant TotalFinaElf.

Le niveau statique dans l'ouvrage était de 20,42 m par rapport au sol.

Le volume d'eau extrait avant mesures et prélèvements est de 129,34 litres, soit 9,5 fois le volume d'eau dans le puits. Les paramètres non conservatifs sont ainsi stabilisés.

Les mesures sur site ont donné les résultats suivants :

Température	11,7 °C ( $\pm 0,1$ )
pH	6,76 ( $\pm 0,05$ )
Eh brut	+79 mV ( $\pm 4$ )
Eh corrigé	+295 mV ( $\pm 15$ )
Conductivité à 25°C	1186 $\mu$ S/cm
Oxygène dissous	8,8 mg/l ( $\pm 0,4$ )
Alcalinité	5,61 méq/l ( $\pm 0,1$ ), soit 342,2mg/l

Les prélèvements ont été effectués pour doser les paramètres suivants :

- Hydrocarbures totaux
- Cations : sodium
- Anions : chlorures, sulfates, fluorures, bromures
- Silice dissoute
- Eléments Traces : bore, iode, lithium, strontium
- Isotopes de l'eau : deutérium, oxygène 18

Les analyses isotopiques et chimiques ont été réalisées par le BRGM le 13 et le 21 septembre 2001, respectivement. Les ions chlorure et bromure ont été analysés par 2 laboratoires différents du BRGM.

Les méthodes analytiques sont décrites en annexe.

### 3. Résultats des analyses

Le tableau 1 résume l'ensemble des résultats des analyses chimiques et isotopiques. Les 2 dernières colonnes du tableau indiquent les rapports des teneurs en chlore par rapport à d'autres éléments (Cl/Br, Cl/B, Cl/Sr, Cl/Na, Cl/Li) pour l'eau prélevée à Chailly par comparaison avec les mêmes rapports observés dans les eaux du Dogger (tirés de la thèse de Bastide, 1985).

<i>Analyses chimiques</i>			Cl/élément	Cl/élément (Dogger)
	Na (mg/l)	86.4	1.7	1.8
	Cl (mg/l)	149		
	Cl (mg/l) labo MSE	164		
	SO <sub>4</sub> (mg/l)	33.9	4.4	variable
	F (mg/l)	< 0,1		
	SiO <sub>2</sub> (mg/l)	14.3		
	Br (mg/l)	0.67	222	190
	Br (mg/l) labo MSE	0.85	175	
	B (µg/l)	15	10 000	11 000
	I (µg/l)	< 1		
	Li (µg/l)	2.5	60 000	47 000
	Sr (µg/l)	98	1 500	1 500
	hydrocarbures totaux (mg/l)	0.20		
<i>Analyses isotopiques</i>				
	δD (‰)	-46,7 +/- 0,8		
	δ <sup>18</sup> O (‰)	-7,1 +/- 0,1		

**Tableau 1 – résultats des analyses**

*Les éléments majeurs sont donnés avec une précision de 5% relative, les éléments traces avec 10%, pour des valeurs en milieu de gamme*

On note la présence d'hydrocarbures (0,2 mg/l) avec une teneur supérieure aux valeurs de constat d'impact (0.01 mg/l en usage sensible, 0.05 mg/l en usage non sensible).

L'eau du piézomètre de Chailly contient des espèces chimiques qui sont théoriquement négligeables dans l'eau douce (B, Li, Sr) mais que l'on retrouve dans l'eau du Dogger (tableau 2).

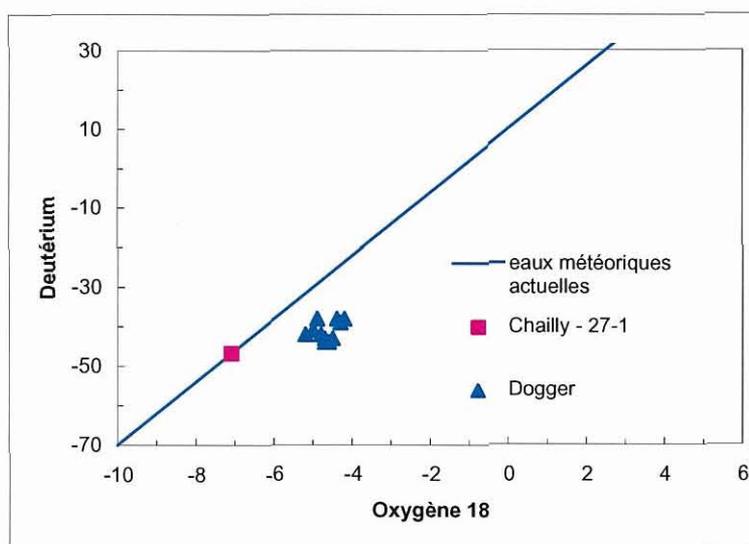
	(mg/l) Li	Sr	B
Le Mee-sur-Seine (GLMS1)	1.3	30.5	7.5
Melun (GMEL2)	1.5	31.4	9.1
Vaux-le-Penil (GVLP2)	1.4	28.2	10.5

**Tableau 2 – éléments traces dans les eaux du Dogger dans le secteur de Melun<sup>1</sup>**

Les rapports Cl/Br, Cl/B, Cl/Sr, Cl/Na, Cl/Li, de l'eau du piézomètre sont proches de ceux des eaux du Dogger.

Un taux de contamination peut alors être calculé à partir de la concentration de certaines espèces, qui sont négligeables dans l'eau douce (B, Li, Sr). Ce taux de contamination, calculé par comparaison avec les teneurs observées dans le Dogger dans le secteur de Melun serait compris entre 1,5 et 3,5 pour 1000.

Enfin les résultats des analyses isotopiques ont été reportés sur un diagramme deutérium - oxygène-18, comportant également des données isotopiques sur les eaux du Dogger<sup>2</sup> (figure 2). Le point représentant l'eau du piézomètre de Chailly se situe sur la droite des eaux météoriques mondiales ( $y = 8x + 10$ ). Néanmoins, sa position par rapport à une droite de mélange entre un pôle fluide du Dogger et une eau superficielle d'origine météorique ne peut exclure l'hypothèse d'un tel mélange avec des contributions faibles d'eau du Dogger (pratiquement pas de déplacement vers les eaux du Dogger), ce qui est en accord avec les calculs de taux de contamination.



**Fig. 2 - Diagramme Deutérium vs. Oxygène 18**

Oxygène 18 exprimé en :  $\delta^{18}\text{O}(\text{H}_2\text{O}) \text{‰ SMOW}$

Deutérium exprimé en :  $\delta^2\text{H}(\text{H}_2\text{O}) \text{‰ SMOW}$

<sup>1</sup> BRGM (1989) - Caractérisation et modélisation du réservoir géothermique du Dogger, rapport R30169

<sup>2</sup> J.C. Fontes et J.M. Matray (1993) – Geochemistry and origin of formation brines from the Paris Basin – 2. Saline solutions associated with oil fields, *Chemical Geology*, 109, p. 177-200

## Conclusion

Les analyses réalisées sur le piézomètre 27-1 de Chailly révèlent la présence d'hydrocarbures (0.2 mg/l), de fortes teneurs en sodium, chlorures et sulfates ainsi que la présence d'éléments traces (B, Li, Sr) que l'on ne retrouve généralement pas dans les nappes d'eau douce telles que la nappe du Calcaire de Brie.

Les rapports Cl/Br, Cl/B, Cl/Sr, Cl/Na, Cl/Li et les isotopes de l'eau (deutérium et oxygène 18) semblent indiquer que la nappe du Calcaire de Brie a été contaminée par des eaux du Dogger. Le taux de contamination serait compris entre 1,5 et 3,5 pour 1000.



**Annexes**  
**Rapports d'analyses**

Chef du service : **AM. FOUILLAC**  
Correspondant Qualité : **F. AUGUSTIN**  
Coordination des analyses : **A.GADALIA**

Responsables des unités :  
-Chimie Minérale : **D. MARTINEAU**  
-Environnement : **R. JEANNOT**  
-Chimie Isotopique : **J.P. GIRARD**

## RAPPORT D'ANALYSES

Demandeur	<b>SANJUAN</b> <b>ANA/MSE</b>
Provenance des échantillons	<b>CHAILLY EN BIÈRE</b>
Nature des prélèvements	<b>EAU</b>
N° ANA	<b>H7086A</b>
N° de demande	<b>1501975</b>
N° d'affaire	
N° de compte	<b>18973</b>

*Laboratoire* **Analyse chimique des eaux et micropolluants métalliques**

*Responsable* **J-PH. GHESTEM**

*Laboratoire* **Analyse chimique par ICP/MS**

*Responsable* **R. COTTIER**

Téléphone : (33) 02 38 64 30 17

Télécopie : (33) 02 38 64 39 25

*Résultats certifiés par le(s) responsable(s) de laboratoire* le : **21-SEP-01**

Visa A. Gadalia



### ->-> ATTENTION AUX INFORMATIONS PORTEES PAGE(S) SUIVANTE(S).

Les résultats exprimés ne concernent que les échantillons soumis à essais.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par le symbole \*.

La reproduction de ce rapport d'essais n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Laboratoire agréé par le Ministère chargé de l'environnement au titre de l'année 2001 (Analyse d'eaux ou des sédiments - agrément 1-2-3-4-5-9-10).

Les analyses suivantes ont été réalisées dans le laboratoire : **Analyse chimique des eaux et micropolluants métalliques**

\* : éléments analysés dans le cadre de l'accréditation COFRAC

Le mode opératoire NF EN ISO 11885 MAR-98 Analyse par ICP - spectrométrie d'émission.

est utilisé pour doser :

**\*Sodium** **\*Silice**

Le mode opératoire NF T 90-004 SEP-85 Méthode par potentiométrie (electrode combinée).

est utilisé pour doser :

**\*Fluorures**

Le mode opératoire NF EN ISO 10304 Méthode par chromatographie ionique(DIONEX)selon NF EN ISO 10304-1 (Juin 1995) pour les eaux faiblement contaminées et NF EN ISO 10304-2 pour les eaux usées (Sept 1996). Evaluation des aires des pics.

est utilisé pour doser :

**\*Chlorures** **\*Sulfates**

Le mode opératoire NF T 90-114 OCT-79 Méthode par spectrophotométrie infra-rouge.

est utilisé pour doser :

**\*Hydrocarbures totaux**

Les échantillons reçus non conditionnés selon la norme NF EN ISO 5667-3 font l'objet d'un commentaire du laboratoire.

Tout échantillon concernant des études d'environnement est détruit un mois après la remise des résultats sauf demande du client.

Pour les solides : résultats exprimés sur matière sèche.

RESULTATS : les limites de dosabilité sont fonction de la méthode, de la matrice et du coefficient de dilution utilisés. Les éléments majeurs sont donnés avec une précision de 5% relative, les éléments traces avec 10%, pour des valeurs en milieu de gamme.

UNITES : elles peuvent être différentes selon les éléments

g/l, mg/l, µg/l(1µg/l=0.001mg/l), ng/l(1ng/l=0.001µg/l)

%(pourcentage massique)

mg/Kg(1mg/Kg=0.0001%), µg/Kg(1µg/Kg=0.001mg/Kg)

µg=microgramme, ng=nanogramme

Etude H7086A

Demande 1501975

Les analyses suivantes ont été réalisées dans le laboratoire : Analyse chimique par ICP/MS

\* : éléments analysés dans le cadre de l'accréditation COFRAC

Le mode opératoire MO080 Quantitative ICP/MS Liquides  
est utilisé pour doser :

Bore	Brome	Iodures	Lithium
Strontium			

---

RESULTATS : Sauf remarque particulière, les résultats sont exprimés sur produit brut.

UNITES : Elles peuvent être différentes selon les éléments :

g/l, mg/l, µg/l(1µg/l=0.001mg/l), ng/l(1ng/l=0.001µg/l)

%(pourcentage massique)

g/Kg(1g/Kg=0.1%), g/t=mg/Kg(1mg/Kg=0.0001%), mg/t=µg/Kg(1µg/Kg=0.001mg/Kg)

µg=microgramme, ng=nanogramme, t=tonne

	Unité	Identification			
		Labo	Client		
			1		
			Z.27-1/29/08/01		
Sodium	mg/l	LDI	0.1		86.4
Chlorures	mg/l	LDI	0.1		149.
Sulfates	mg/l	LDI	0.1		33.9
Fluorures	mg/l	LDI	0.1	<	0.1
Silice	mg/l	LDI	0.5		14.3
Hydrocarbures totaux	mg/Kg	LDI	0.05		0.20
Cobalt	µg/l	LDI	1.		15.
Brome	mg/l	LDI	0.01		0.67
iodures	µg/l	LDI	1.	<	1.
Lithium	µg/l	LDI	0.1		2.5
Strontium	µg/l	LDI	1.		98.

LDI : Limite Inférieure de dosabilité

Chef du service : **AM. FOUILLAC**  
Correspondant Qualité : **F. AUGUSTIN**  
Coordination des analyses : **A. GADALIA**

Responsables des unités :  
-Chimie Minérale : **D. MARTINEAU**  
-Environnement : **R. JEANNOT**  
-Chimie Isotopique : **J.P. GIRARD**

## RAPPORT D'ANALYSES

Demandeur	<b>SANJUAN</b>
	<b>ANA/MSE</b>
Provenance des échantillons	<b>CHAILLY EN BIERE</b>
Nature des prélèvements	
N° ANA	<b>H7086B</b>
N° de demande	1400159
N° d'affaire	
N° de compte	18973

Laboratoire **Isotopes stables**

Responsable **C.FLEHOC**

Téléphone : (33) 02 38 64 30 17

Télécopie : (33) 02 38 64 39 25

Résultats certifiés par le(s) responsable(s) de laboratoire le : **14-SEP-2001**

Visa A. Gadalia



->-> ATTENTION AUX INFORMATIONS PORTEES PAGE(S) SUIVANTE(S).

Les résultats exprimés ne concernent que les échantillons soumis à essais.  
La reproduction de ce rapport d'essais n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Nb Pages ...

**SERVICE ANALYSE ET CARACTERISATION MINERALE**  
**Laboratoire Isotopes stables et faible radioactivité**

N/Réf. : ANA/ISO H7086B

Demandeur : B. SANJUAN ANA/MSE  
Référence de l'étude : APPUI POLICE EAU - IDF  
Nombre d'échantillons : 1

**RESULTATS D'ANALYSES ISOTOPIQUES**

---

Isotopes de l'eau

Réf. interne : 01E392

Réf. échantillon : Z 27-1 29/8/01 Piézomètre CHAILLY EN BIÈRE

$\delta^{18}\text{O}$  ‰(H<sub>2</sub>O) vs VSMOW : -7.1 +/- 0.1 ‰

$\delta^2\text{H}$  ‰(H<sub>2</sub>O) vs VSMOW : -46.7 +/- 0.8 ‰

Teneur en 3H (en UT) : ND +/- /



C. FLEHOC

N. B. - Les échantillons sont **conservés six mois** à compter de cette date. Leur **destruction** est ensuite systématique (**sauf avis contraire de votre part**).

ND : analyse non demandée.

**Nb page : 1**

**BRGM**  
**Service Géologique Régional d'Ile-de-France**  
7, rue du Théâtre – 91884 Massy – France  
Téléphone : (33) 01.69.75.10.25 – Télécopieur 01.60.11.73.57