



VILLE DE LUXEUIL-LES-BAINS

Place Saint-Pierre

70 300 - LUXEUIL-LES-BAINS

ETUDE DE FAISABILITE
POUR LE CAPTAGE
DE NOUVELLES RESSOURCES THERMO-MINERALES
POUR LA VILLE DE LUXEUIL-LES-BAINS (70)

R 32 093 - FRC 4S 91

JANVIER 1991

par M. DAESSLE, F. IUNDT et G. ROIGNOT

BRGM - FRANCHE-COMTÉ

12, avenue Fontaine-Argent - 25000 Besançon, France
Tél.: (33) 81.88.03.11 - Télécopieur : (33) 81.88.61.27

Résumé

La Ville de LUXEUIL-LES-BAINS exploite, pour les besoins de l'Etablissement thermal géré par la Société THERMALIUM, un ensemble de sources et de forages d'eaux thermo-minérales.

Dans le cadre de la mise en conformité de l'exploitation de la ressource d'eau chaude naturelle, la commune envisage la réalisation d'un ouvrage de captage susceptible d'apporter une eau équivalente à celle de la source Bursaux, la plus importante parmi les quatre sources (Bursaux, Bénédictins, Capucins, Dames) actuellement exploitées.

Faisant partie de l'ensemble des opérations du projet dont la mission d'études et d'assistance à Maître d'ouvrage a été confiée au BRGM, la présente étude examine la faisabilité hydrogéologique du projet.

Le gisement hydrothermal localisé près des Thermes, est le résultat de venues d'eaux chaudes dans les niveaux perméables des grès du Trias où elles se mélangent aux eaux froides de ces horizons. Les circulations à partir du socle granitique se feraient grâce à des cassures géologiques du socle et de sa couverture sédimentaire, liées à la structure géologique générale représentée par le horst de LUXEUIL-LES-BAINS.

Le mélange d'eau sera d'autant plus chaud et minéralisé que l'on se situera, dans les grès, près des cassures nourricières.

C'est dans ces conditions qu'un forage de reconnaissance de 150 m de profondeur a été implanté en un lieu supposé être l'intersection de cassures géologiques du fait des émanations de gaz radon liées à la circulation des eaux chaudes.

D'exploration, l'ouvrage deviendra un captage si les caractéristiques de température (62°C) et de minéralisation (plus de 1 g/l) sont obtenues.

Des pompages d'essais appropriés devront être menés pour la définition du débit que le forage pourra délivrer :

- compatible avec la structure du forage,
- égal ou supérieur à la ressource actuellement exploitée dans les quatre forages (par pompage ou artésianisme) auxquels se substituera le nouveau prélèvement,
- sans modification importante, dans le temps, des caractéristiques thermo-minérales des eaux captées mises en évidence.

Ce rapport comprend 30 pages de texte, 1 tableau, 7 figures et 2 annexes.

Table des matières

1 - INTRODUCTION.....	1
2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	3
2.1 - BIBLIOGRAPHIE.....	3
2.1.1 - Aspect structural.....	3
2.1.2 - Stratigraphie.....	5
2.1.3 - Les sources et forages thermo-minéraux.....	8
2.2 - ACQUISITION DE DONNEES NOUVELLES.....	10
2.2.1 - Examen photogéologique.....	10
2.2.2 - Prospection des teneurs en radon des gaz des sols.....	12
3 - HYDROCHIMIE DES EAUX THERMALES.....	17
3.1 - PRELEVEMENTS ET ANALYSES.....	17
3.2 - CARACTERISTIQUES DES EAUX.....	17
3.3 - RELATIONS ENTRE LES EAUX THERMALES ETUDIEES.....	18
3.4 - TEMPERATURE PROFONDE DE L'EAU THERMALE.....	20
3.5 - ORIGINE DES EAUX THERMALES.....	20
3.6 - LE SYSTEME THERMAL DE LUXEUIL-LES-BAINS.....	22
4 - SYNTHESE DES DONNEES.....	24
4.1 - LE SYSTEME AQUIFERE.....	24
4.2 - PROJET DE CAPTAGE.....	25
5 - CONCLUSIONS.....	29

Table des figures

Figure 1 - Esquisse structurale des Vosges méridionales.....	4
Figure 2 - Plan de situation - échelle 1/25 000.....	6
Figure 3 - Coupe géologique schématique NNW - SSE.....	7
Figure 4 - Les éléments structuraux géologiques.....	11
Figure 5 - La prospection radon dans le secteur des Thermes de LUXEUIL-LES-BAINS.....	15
Figure 6 - Relation entre les eaux étudiées :	
. 6.1 - Relation chlorure - sodium.....	19
. 6.2 - Relation chlorure - magnésium.....	19
. 6.3 - Relation chlorure - tritium.....	21
. 6.4 - Relation oxygène 18 - deutérium.....	21
. 6.5 - Le système thermal.....	23
Figure 7 - Implantation du forage thermo-minéral.....	26

Table des tableaux

Tableau 1 - Les sources thermo-minérales de LUXEUIL-LES-BAINS - Etat de la ressource actuelle.....	2
---	---

Liste des annexes

Annexe 1 - Teneurs en radon des gaz des sols.	
Annexe 2 - Hydrochimie des eaux thermales de LUXEUIL-LES-BAINS - Résultats des mesures.	

1 - INTRODUCTION

La Ville de LUXEUIL-LES-BAINS (70) exploite pour les besoins de son Etablissement thermal un ensemble de sources-forages d'eau chaude naturelle.

Certains de ces points d'eau, forages des années 1930-40, situés près des Thermes, atteignent actuellement un certain degré de vétusté.

Afin de se substituer à leur exploitation (voir tableau 1 ci-après), en apportant une ressource thermo-minérale équivalente en qualité et éventuellement plus importante en quantité, tout en ayant un état administratif d'autorisation agréé, la commune a envisagé de réaliser de nouveaux captages. C'est ainsi qu'une mission de recherche d'eau chaude naturelle pour les besoins de la station thermale de LUXEUIL-LES-BAINS a été confiée au BRGM par marché d'étude en date du 07 août 1990.

Le programme général comprend trois grandes étapes :

- étude de faisabilité pour le captage de nouvelles ressources thermo-minérales,
- réalisation d'un forage, de pompages d'essai et d'analyses,
- établissement du cahier des charges de l'équipement d'exploitation du forage et des dossiers de demande d'autorisation.

Le présent rapport rend compte de la première étape relative à la faisabilité du projet pour laquelle la stratégie suivie a été la suivante :

- examen des données géologiques existantes avec un complément de recherche de géologie structurale (direction de fractures) et d'une campagne de prospection des émanations de gaz radon,
- analyse chimique des eaux du système thermo-minéral actuellement sollicité,

Tableau 1 - Les sources thermo-minérales de LUXEUIL-LES-BAINS

ETAT DE LA RESSOURCE ACTUELLE

	Débit (m ³ /h)	Température (°C)	Etat administratif des captages
Source BURSAUX	7,5	63,5	En cours d'autorisation
Source BENEDICTINS	7	42,5	En cours d'autorisation
Source CAPUCINS	1,7	41,5	En cours d'autorisation
Source DAMES	0,5	30,5	DIP 1858 1,5 m ³ /h DPP 1872
Source MARTIN	11	21	DIP 1858 11,6 m ³ /h DPP 1872 21,7°C
Source HYGIE	0,05	18,9	DIP 1858 0,05 m ³ /h DPP 1872 22°C
Forage CASINO	25	41,5	En cours d'autorisation

DIP : décret d'intérêt public.

DPP : décret de périmètre de protection.

Total eau thermale mélangée : 41,7 m³/h à 45,5°C

Total eau minérale froide : 11 m³/h à 21°

2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE

2.1 - Bibliographie

Une synthèse géologique régionale a été effectuée par le BRGM en 1983 dans le cadre d'une étude de projet géothermique à LUXEUIL-LES-BAINS. L'étude lithologique et structurale de la région de LUXEUIL-LES-BAINS (cahier n° 1) a eu pour principaux résultats les éléments énoncés ci-après. Ils ont été obtenus par l'exploitation et l'interprétation des données de la carte géologique au 1/50 000, des forages et sondages inventoriés, des affleurements visités, ainsi qu'une étude de la fracturation sur photographies aériennes et d'opérations de géophysique électrique et gravimétrique.

En 1985, dans le cadre de la même étude, une campagne de sondages de reconnaissance fut opérée sur LUXEUIL-LES-BAINS et précisa le schéma hydrogéologique d'occurrence des eaux thermo-minérales.

2.1.1 - ASPECT STRUCTURAL

LUXEUIL-LES-BAINS est situé dans une zone déprimée de formations, datant du Lias et du Trias, entre la retombée méridionale des Vosges, où affleure le socle ancien plissé, et la zone des plateaux de VESOUL à terrains jurassiques.

En outre, l'agglomération de LUXEUIL-LES-BAINS et toute la région immédiate située au Nord de la vallée du Breuchin correspondent à un secteur de remontée en horst du socle cristallin ancien et de sa couverture triasique (figure 1).

Le horst a les principales caractéristiques géologiques suivantes :

- Il est cloisonné par un champ de fractures complexe de direction Est - Nord-Est/Ouest - Sud-Ouest et plus ou moins perpendiculairement à cette direction. Il apparaît ainsi comme une sorte de damier dont les compartiments sont constitués par les terrains sédimentaires de couverture de la fin du Primaire et des grès du Trias. Ces grès, épais d'une cinquantaine de mètres, présentent un pendage subhorizontal.

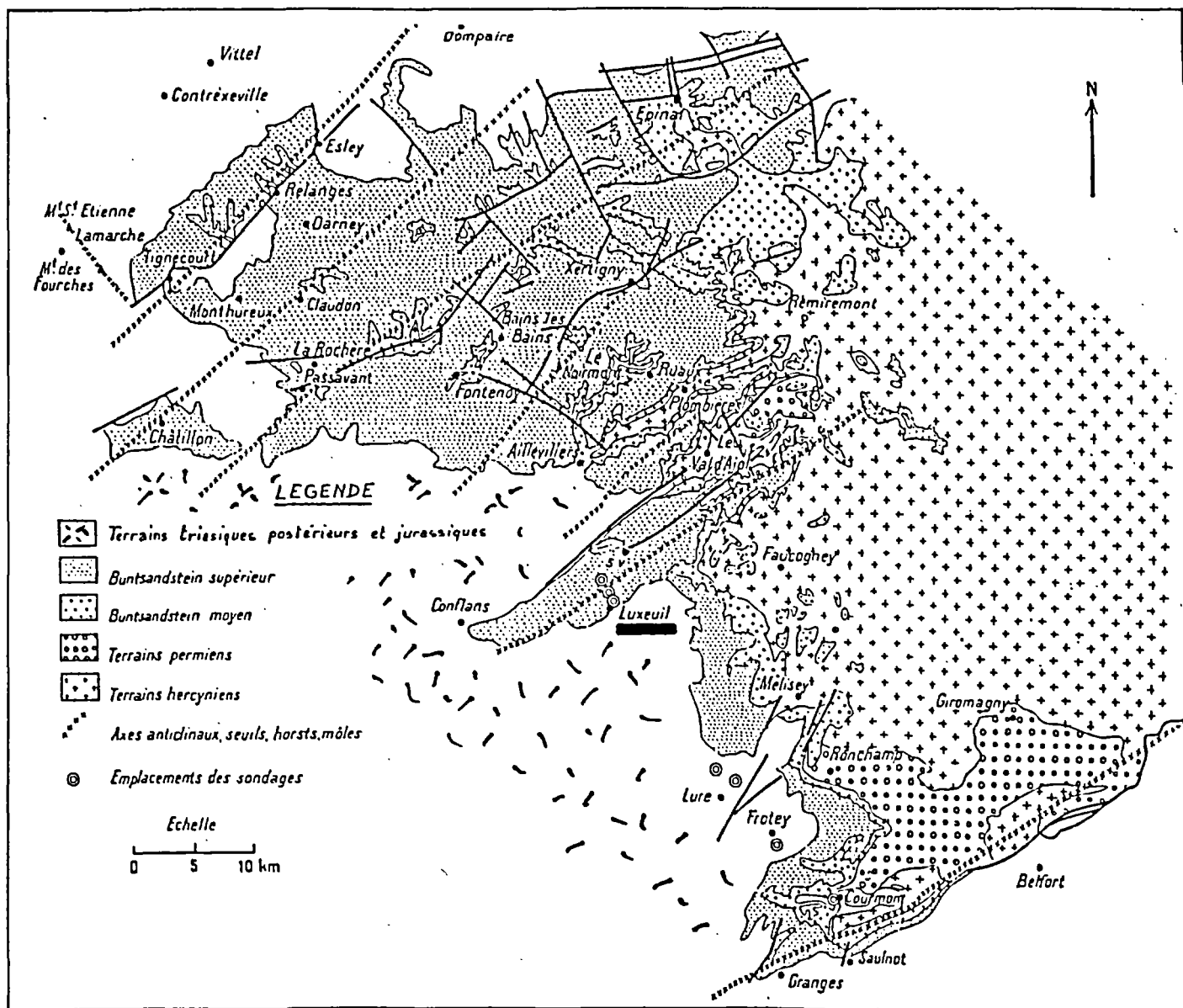


Figure 1 - Esquisse structurale des Vosges méridionales
 (d'après M. JURAIN et J. PERRIAUX - 1962)

- Le socle cristallophyllien (granites, gneiss...) affleure en bordure nord du horst (FONTAINE-LES-LUXEUIL et SAINT-VALBERT) et s'enneie progressivement vers le Sud-Est, par gradins successifs, en direction de la vallée du Breuchin. A LUXEUIL-LES-BAINS il a été rencontré au forage de Fontaine Froide (66 m de profondeur, cote 227 m NGF) et au forage de la Mairie (cote inférieure à 190 m). Cet enfoncement est accompagné par une épaisseur croissante des terrains primaires.
- Cette structure résulte du dépôt sédimentaire sur le socle dévono-dinantien et de sa dislocation à l'époque tertiaire. Mais de nombreux mouvements correspondent au rejet de failles hercyniennes qui affectent profondément le socle granitique sous-jacent.

Le plan de situation (figure 2) des principaux ouvrages, forages et sources thermo-minérales, porte la trace de la coupe N.NW/S.SE, allant de la Grande Gabiotte à la vallée du Breuchin et illustrant cette structure géologique (figure 3).

2.1.2 - STRATIGRAPHIE

Les terrains juxtaposés les uns sur les autres dans le horst de LUXEUIL-LES-BAINS sont les suivants :

- Socle hercynien :

Il est constitué de roches cristallines et métamorphiques, recouvertes (ou non) du complexe schisteux du Dévono-Dinantien.

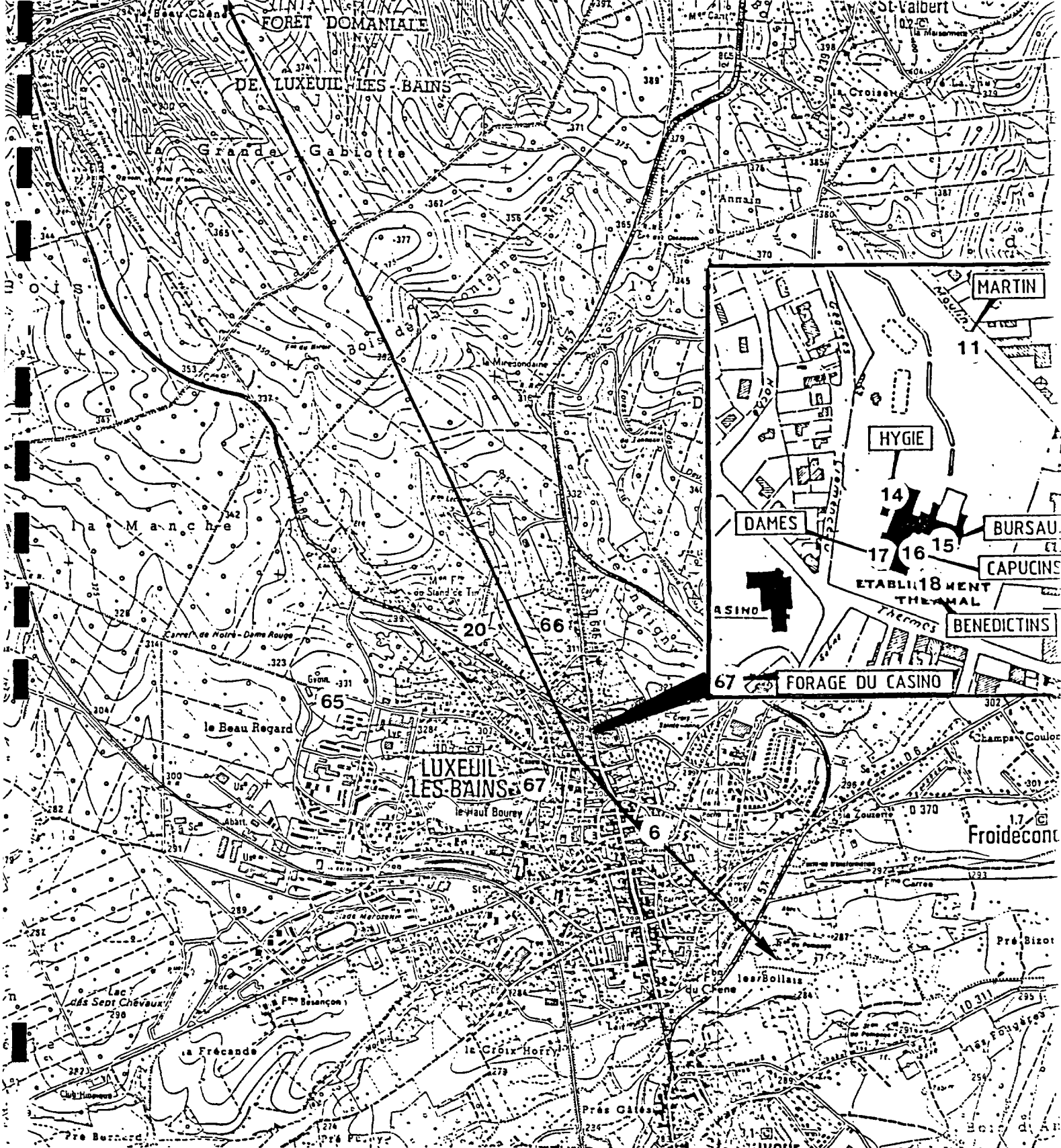
Parmi les roches cristallines et métamorphiques, on a observé, en affleurement régional et/ou en forage :

- . des granites à deux micas,
- . des microgranites à muscovite,
- . des gneiss.

Le Dévono-Dinantien (vraisemblablement escompté en profondeur) est un complexe schisto-grauwackeux de grès schisteux avec quartzite et éléments de roches granitiques.

- Couverture sédimentaire :

- . Permien : grès et argilites (ou grès arkosiques). Il atteindrait une épaisseur de 30 m, mais n'est pas forcément présent dans tout le secteur.



Echelle 1/25 000

410-3X-

⑥ Principaux forages et sources
avec numéro dans quadrangle 410.3X

Tracé de la coupe
géologique

Figure 2 - Plan de situation

N.NW

ENVIRON 6 KM

S.SE

GRANDE GABIOTTE

LUXEUIL-LES-BAINS

VALLÉE DU BREUCHIN

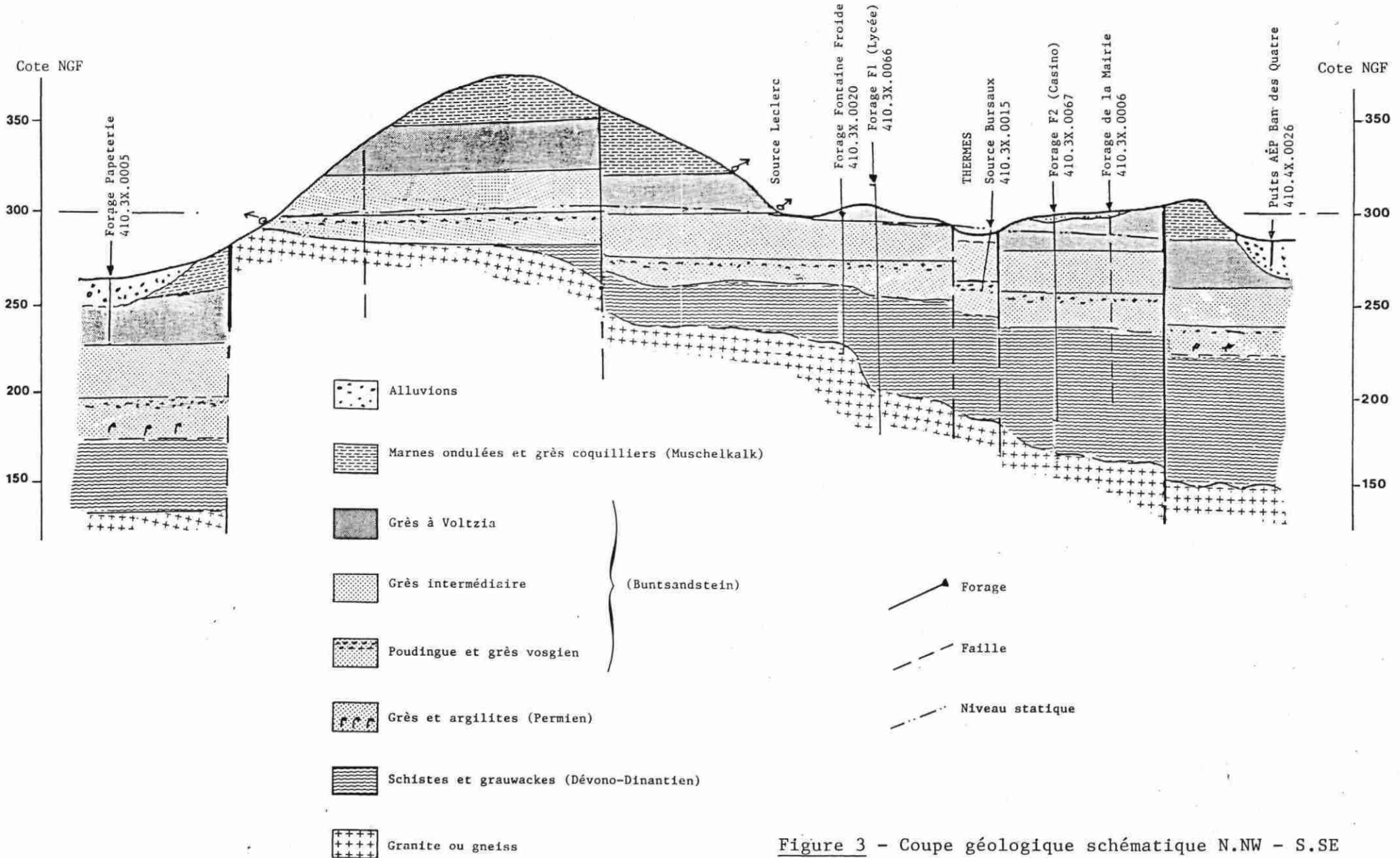


Figure 3 - Coupe géologique schématique N.NW - S.SE

. Buntsandstein moyen (10 à 20 m) :

- * grès vosgien : grès grossiers feldspatiques, quelques mètres d'épaisseur.
- * conglomérat principal : poudingue plus ou moins grossier, à différents galets (quartz ou roches) qui sont noyés dans une matrice arkosique, parfois silicifiée ; épaisseur de quelques mètres,
- * zone limite violette : horizon peu épais de grès argileux, tendre, à teintes bariolées (violette). Parfois dolomitisée et renfermant fréquemment de la cornaline.

. Buntsandstein supérieur (20 à 30 m) :

- * grès intermédiaires : grain grossier, petits galets de quartz à la base, amas friables d'oxyde de manganèse et d'argile (petites cavités). Partie supérieure : passées de grès à grains fins,
- * grès à Voltzia : grès fin, stratifié en bancs d'épaisseurs variables, séparés par de minces lits argileux. Débris végétaux (Voltzia hétérophylla).

. Muschelkalk inférieur : cité pour mémoire (25 m d'épaisseur) :

- * grès coquilliers : grès fins, lités, jaunâtres à bruns,
- * marnes : gréseuses, micacées.

Dans la zone des Thermes, la série stratigraphique commencerait à la base des grès à Voltzia.

2.1.3 - LES SOURCES ET FORAGES THERMO-MINÉRAUX

Au droit de l'Etablissement thermal de LUXEUIL-LES-BAINS, les sources apparaissant dans les niveaux gréseux, soit sous forme de sources d'émergence, soit en forages, donnent des eaux chaudes et minéralisées.

Les eaux les plus chaudes sont captées par des forages inclinés (Bursaux et Bénédictins) qui ne descendraient pas au-delà des grès du Buntsandstein moyen, situés à environ 25 m de profondeur (cote 262 m NGF) et il recoupe probablement un accident tectonique E.NE/W.SW. Cet accident prolonge dans les grès les cassures des terrains antérieurs et du socle granitique par lesquelles arrivent les eaux chaudes.

LES CAPTAGES ET LES HORIZONS GEOLOGIQUES

CAPTAGE	LONGUEUR	PROFONDEUR (*)	HORIZON GEOLOGIQUE
S. Bursaux	1,3 m	23 - 24,5 m	Quartz et grès du conglomérat
S. Bénédicins	6,0 m	18 - 24,0 m	Grès rosâtre : grès intermédiaire et conglomérat
S. Capucins	10,0 m	11 - 21,0 m	Grès intermédiaires
S. Hygie	≈ 5,0 m	0 - 5,0 m	Grès intermédiaires
S. Martin	émergences	-	Dans grès intermédiaires

(*) : origine cour du parc des Thermes

L'esquisse structurale, établie lors des études antérieures, et en particulier sur les bases de la géophysique, a mis en évidence plusieurs accidents E.NE/W.SW et E/W avec les croisements transverses sur l'emprise de l'agglomération de LUXEUIL-LES-BAINS (figure 4).

Mais l'étude thermique de 1985 avec ses sondages de reconnaissance, a montré que seule la zone d'anomalies des Thermes correspond à des venues d'eaux chaudes du socle. Ces eaux arrivant par les accidents, circulent au sein de la nappe des grès (aquifère multicouche) du Buntsandstein moyen en se mélangeant à elle et en la réchauffant, les axes d'écoulement étant guidés par des zones plus transmissives et/ou des accidents affectant les grès en continuation ou non avec des accidents du socle hercynien.

En 1988 des travaux de forages ont fourni différents éléments en appui de ces données géologiques.

Un forage F1, réalisé en amont des Thermes et près du forage ancien de Fontaine Froide a, comme celui-ci, pénétré dans les granites et fourni dans les grès une eau froide et peu minérale.

Un forage F2, réalisé au Sud-Ouest des Thermes, au Casino :

- a traversé la série stratigraphique jusqu'aux schistes et grauwackes,
- produit une eau thermo-minérale de 1 500 μ S.cm environ et 40°C, le débit testé sur un pompage de longue durée étant de 25 m³/h.

2.2 - Acquisition de données nouvelles

2.2.1 - EXAMEN PHOTOGEOLOGIQUE

Sur les différentes couvertures aériennes :

- couverture 3220/3420 mission 1949 - échelle 1/27 000,
- couverture 2261 de 1972 au 1/15 000 en panchromatique et en infra-rouge,

mais également à partir de la carte topographique IGN à 1/25 000 (3420 Est LUXEUIL-LES-BAINS), on a relevé les anomalies linéaires, par examen visuel et/ou stéréoscopique.

Ces anomalies linéaires sont susceptibles de correspondre à des axes de failles, cassures, diaclases des terrains affleurants. Ainsi, toutes les observations relevées sur photos et cartes sont reportées sur un extrait de carte au 1/25 000 (figure 4).

Sur ce même document on a reporté :

- les "failles" ou cassures indiquées par la carte géologique. Il convient de remarquer que, sur les photographies aériennes, seulement quelques éléments de ces failles ont été remarqués.
- les "accidents" de l'esquisse structurale déduite des mesures et interprétation de géophysique de 1983.

Il y a lieu de remarquer que ces "accidents" sont pour la plupart des cassures sans mouvements relatifs des compartiments ; les quelques rejets existant dans les failles signalées seraient de très faible amplitude (inférieur à quelques mètres).

Il apparaît dans ces linéaments une nette dominante dans la direction N/S ou voisine. Les directions E/W sont plus rares et seules les directions NE/SW ou voisines apparaissent dans les linéaments vus sur photographies ou dans celles reportées à partir des études et documents antérieurs.

Ainsi, deux linéaments N/S, ou du moins leur prolongation, semblent passer par les Thermes ; les Thermes (bâtiments et parc) se trouvent par ailleurs encadrés par deux failles E/W.

Un des linéaments N/S, celui passant par l'aile ouest de l'Etablissement thermal, pourrait correspondre aux déductions antérieures d'un accident NE/SW vers lequel ont été dirigés, lors de leur réalisation, les forages inclinés (sources Bursaux, Bénédictins et Capucins).

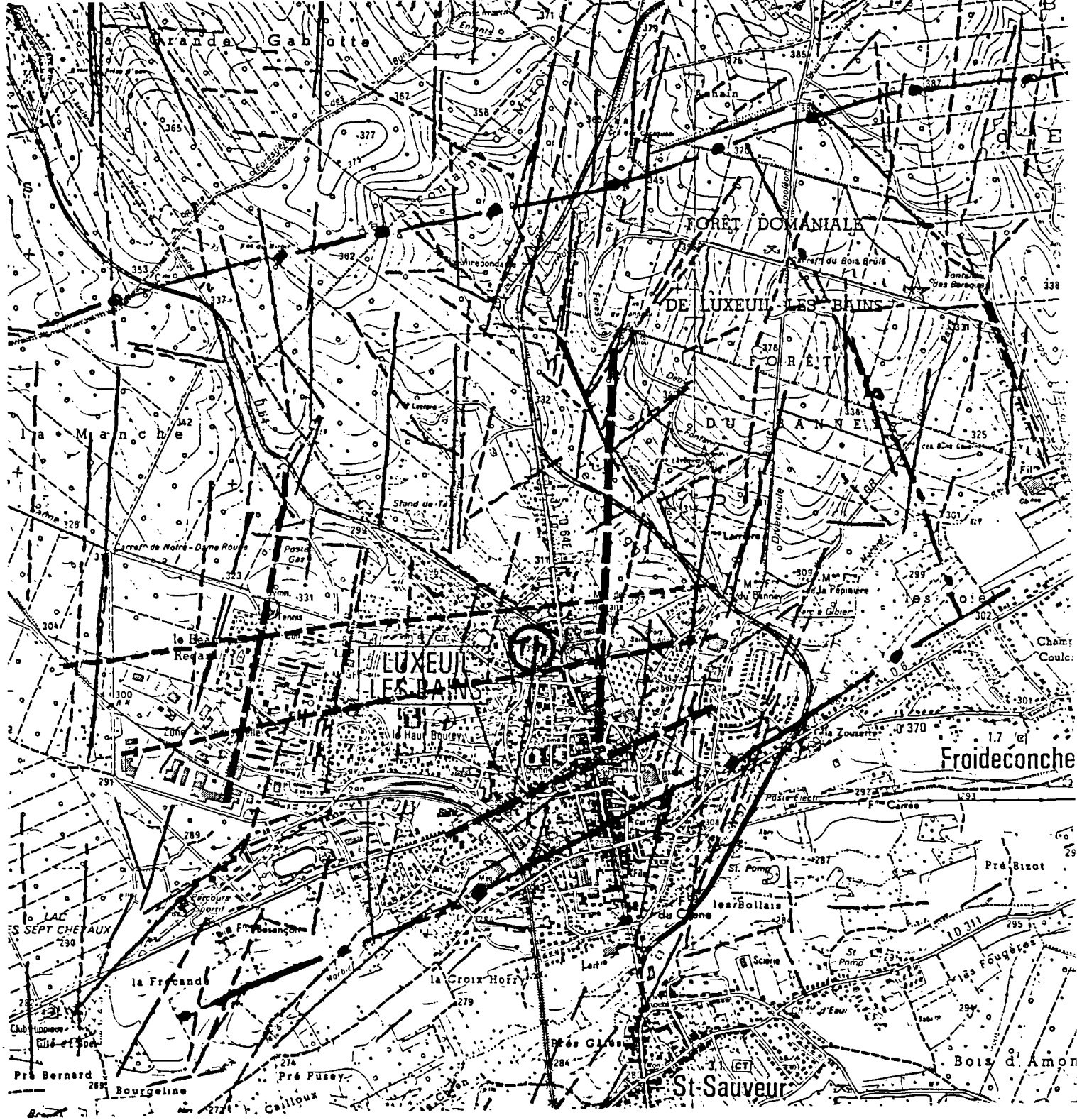
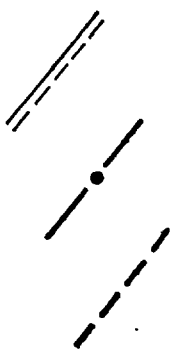


Figure 4 - Les éléments structuraux géologiques
 Extrait carte IGN LUXEUIL-LES-BAINS - Echelle 1/25 000



Linéaments observés sur photo
 aérienne et/ou carte topographique

Faïlle de la carte géologique

Faïlle de l'interprétation
 géophysique



Les Thermes de LUXEUIL-LES-BAINS

2.2.2 - PROSPECTION DES TENEURS EN RADON DES GAZ DES SOLS

2.2.2.1 - Méthodologie

Principe :

La géochimie du radon dans les sols, mise au point pour la recherche de l'uranium, est nouvellement utilisée en recherche d'eaux thermales et minérales et en prospection géothermique.

Les teneurs en radon sont réglées par la géochimie de ses précurseurs : le radium (226 Ra) plus soluble et mobile en milieu réducteur, et l'uranium (238 U, 234 U) plus soluble et mobile en milieu oxydant. Gaz rare, mais de durée de vie relativement courte (3,8 jours de période), le radon ne doit sa grande mobilité, dans la nature, qu'à la mobilité des fluides qui le transportent.

En effet, on peut considérer que par simple diffusion dans le sol, les atomes de radon ne peuvent pas parcourir des distances significatives (par exemple sur une distance de 10 cm, les concentrations en radon décroissent de 1% environ).

Le radon est un émetteur très énergétique, sa détection est basée sur cette radioactivité, ce qui conduit à des méthodes d'analyse spectaculairement sensibles.

Méthode de prélèvement et de mesure du radon des gaz des sols :

Il s'agit d'une technique de terrain adaptée et mise au point par le BRGM.

Les gaz des sols sont prélevés au moyen de cannes de prélèvement qui se composent d'un tube de 65 cm de longueur et de 1,5 cm de diamètre, avec, à l'intérieur, une tige pleine de 80 cm de longueur :

- mise en place de la canne de prélèvement : la canne est enfoncée au moyen d'une masse jusqu'à 75 cm de profondeur,
- extraction de la partie centrale : la tige pleine centrale est retirée, laissant ainsi un trou de 75 cm de profondeur tubé sur 60 cm et en découvert sur les 15 derniers centimètres,
- raccordement du système : canne de prélèvement, fiole et pompe à vide manuelle,
- aspiration du gaz des sols (10 fois environ le volume de la fiole).

On réalise une circulation des gaz à échantillonner au travers de la fiole de prélèvement, chassant l'air qui y était contenu.

L'activité des fioles scintillantes est ensuite comptée dans un scintillomètre.

Les teneurs initiales (au moment du prélèvement) en radon sont calculées connaissant le rendement des fioles et du scintillomètre et en prenant compte de la désintégration naturelle du radon.

Nous utilisons le $\text{pCi/l} = 10^{-12} \text{ Ci/l}$ comme unité de concentration (le curie est l'activité de 1 g de radium, soit $3,7 \cdot 10^{10}$ désintégrations par seconde).

Notons qu'à 1 pCi/l correspond une concentration de $6,5 \cdot 10^{-13}$ ppm de radon (17 460 atomes/litre) et 1 pCi/l est équivalent à $37 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/l}$.

2.2.2.2 - Déroulement d'une campagne de prospection et traitement des résultats

Certains paramètres peuvent modifier les teneurs des gaz des sols : pression atmosphérique, pluie, humidité du sol. Des variations importantes peuvent être enregistrées sur plusieurs mois d'intervalle en fonction des conditions climatiques et météorologiques lors des mesures. Pour faire abstraction de ces variations éventuelles au cours d'une prospection, des "points de base" ont été fixés sur lesquels des contrôles systématiques en début de journée ont été effectués. Le recalage des mesures journalières permet d'obtenir un ensemble de valeurs homogènes et cohérentes qui autorise ainsi les comparaisons ultérieures et l'élaboration des cartes d'anomalie finales.

Un traitement informatique des teneurs mesurées permet de visualiser et de synthétiser les informations recueillies sous la forme d'une carte couleur. Cette procédure, entièrement automatisée, se déroule en exécutant les phases suivantes : numérisation, saisie de données et traitement.

- Numérisation :

- . les informations (routes, rivières, localités...) permettant de se repérer sur la carte, sont saisies sur une table à numériser et stockées dans des fichiers auxquels on associe une épaisseur et un type de trait, ainsi qu'une couleur,
- . le numéro et la position des prélèvements sont saisis de manière identique sur la table à numériser.

- Saisie des données :

- . les données (teneurs mesurées) sont introduites en conversationnel, elles sont associées à un numéro de prélèvement.

- Traitement graphique :

. ce traitement consiste à superposer :

- * le fond de carte digitalisé,
- * la position et les numéros des prélèvements,
- * les courbes d'isoteneur obtenues par interpolation.

La présente campagne de prospection de LUXEUIL-LES-BAINS a débuté selon un maillage théorique de 100 m, couvrant un secteur de 400 m x 500 m environ, limité au Nord par la rue du Moulin, au Sud par le forage du Casino, à l'Est par l'Hôpital et à l'Ouest par la rue Hoche.

Après cette première phase, on a pu définir les secteurs d'anomalie sur lesquels l'information a été affinée suivant un maillage plus resserré. Au total, 106 mesures ont été réalisées sur l'ensemble du secteur. La localisation, avec la numérotation des différents points, est présentée sur la carte d'anomalie, en couleur.

Résultats :

Les teneurs en radon déterminées pour chaque point de mesure sont regroupées dans le tableau de l'annexe avec les coordonnées centimétriques permettant de les repérer plus aisément sur la carte. Le traitement informatique de ces résultats conduit à une cartographie couleur des zones d'isoteneurs en radon (figure 5).

Les teneurs en radon mesurées dans les gaz dissous dans l'eau thermale de la source Bursaux atteignent 1 554 pCi/l alors qu'elles ne dépassent pas 147 pCi/l dans l'eau minérale froide de la source Hygie.

Le bruit de fond général des teneurs en radon des gaz des sols est constitué par des valeurs inférieures à 500 pCi/l.

Quelques valeurs anormales dessinent deux zones d'anomalies principales :

- anomalie du Casino : située au Sud du Casino avec une valeur de 2 306 pCi/l (n° 54) à proximité du forage thermal,
- anomalie des Thermes : située à l'Est de l'Etablissement thermal et en bordure du parc longeant la contre-allée. C'est dans ce secteur qu'ont été mesurées les plus fortes teneurs (3 454 pCi/l pour le n° 3 et 3 342 pCi/l pour le n° 2).

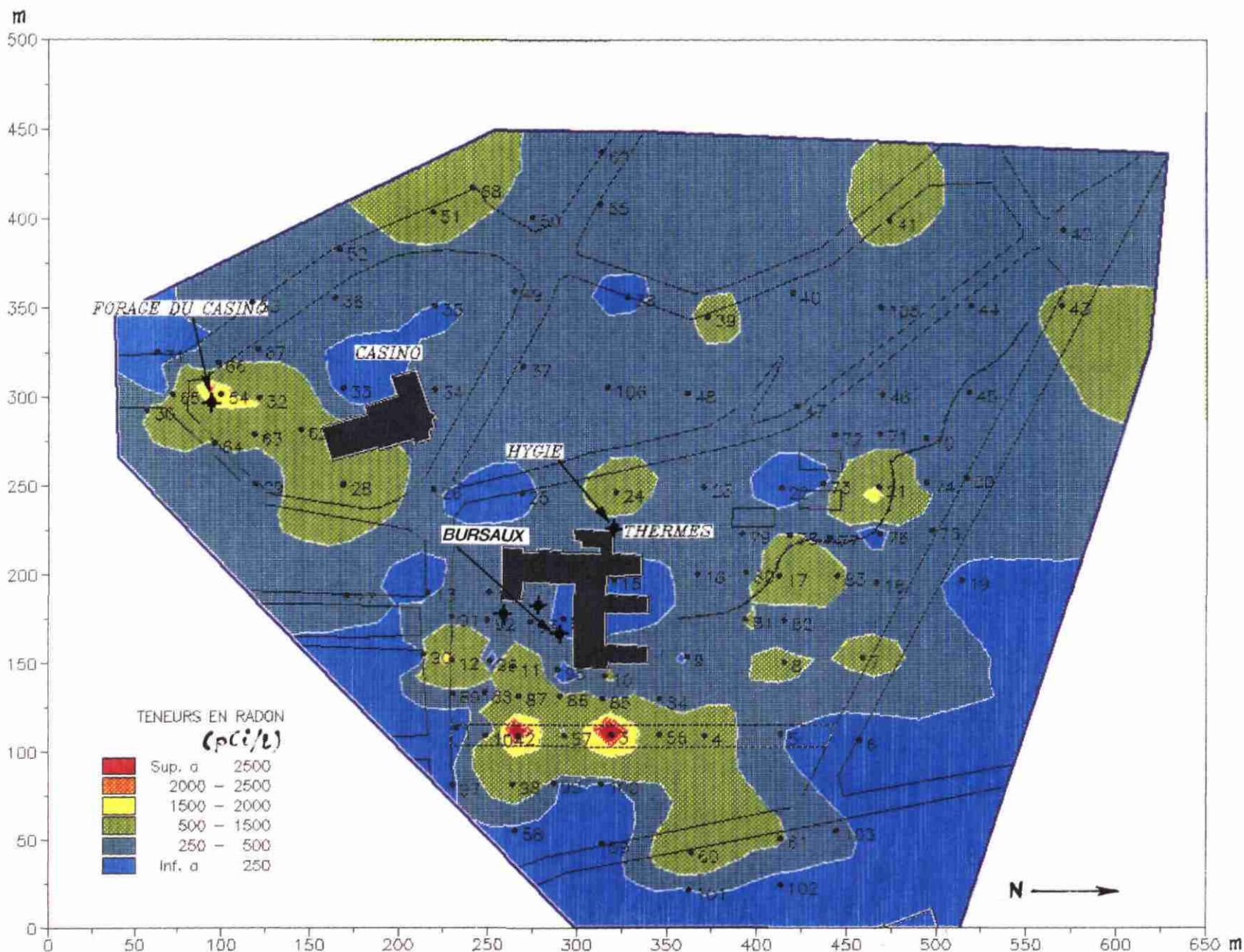


Figure 5 - La prospection radon dans le secteur des Thermes de LUXEUIL-LES-BAINS

Ces anomalies, quoique peu nombreuses, dessinent et pourraient correspondre à deux directions axiales :

- une direction NE/SW,
- une direction N/S.

Le point n° 2 (pic à 3 342 pCi/l) est situé à l'intersection des deux directions.

3 - HYDROCHIMIE DES EAUX THERMALES

3.1 - Prélèvements et analyses

Pour caractériser le système thermal de LUXEUIL-LES-BAINS, différentes mesures, prélèvements et analyses ont été effectués sur des eaux thermales, minérales, ainsi que sur des eaux froides superficielles :

- des eaux thermales captées et exploitées dans l'Etablissement : Bursaux, Capucins, Bénédictins, Dames, forage du Casino,
- des eaux minérales : Hygie et Martin (utilisée dans l'Etablissement thermal),
- des eaux superficielles : Fontaine Froide (utilisée dans l'Etablissement thermal), Fontaine l'Evêque (source non exploitée dans les grès à l'Est de LUXEUIL-LES-BAINS), le Ban des Quatre (puits dans les alluvions du Breuchin exploité en AEP).

Sur l'ensemble de ces émergences, différentes mesures ont été réalisées in situ : température, conductivité, pH, potentiel d'oxydoréduction, oxygène dissous. Des prélèvements et conditionnement spécifiques ont été effectués pour les analyses bactériologiques, chimiques, éléments majeurs et éléments traces, isotopiques, réalisées en laboratoire.

3.2 - Caractéristiques des eaux

Les résultats des mesures et des analyses chimiques et isotopiques sont regroupés dans l'annexe 2.

Les eaux thermales actuellement exploitées à LUXEUIL-LES-BAINS ont toutes des qualités bactériologiques irréprochables. Elles ont des températures à l'émergence qui vont de 62,4° pour la source Bursaux à 32,3° pour la source des Dames. La conductivité des eaux thermales qui représente assez bien leur minéralisation totale est nettement différente d'une source à l'autre.

Elle est de 1 896 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour Bursaux et de 809 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la source Capucin.

Les eaux minérales froides, source Martin (20,6°C) et les eaux superficielles, Fontaine l'Evêque (10,7°C) et Fontaine Froide (13,3°C), sont nettement moins minéralisées : 121,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la source Martin et 25,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la Fontaine l'Evêque.

Les eaux thermales de LUXEUIL-LES-BAINS ont des minéralisations totales différentes mais leurs faciès chimiques restent essentiellement chlorurés sodiques avec, parmi les éléments traces, des teneurs importantes en silice, fluor, bore et lithium. Ces caractéristiques tout à fait particulières, les distinguent nettement des eaux banales superficielles.

3.3 - Relations entre les eaux thermales étudiées

Comme nous l'avons déjà souligné, le chlorure est l'espèce chimique dominante et cet élément, généralement peu affecté par les réactions chimiques secondaires (précipitations), caractérise bien les eaux thermales profondes. On peut étudier les relations entre les différentes sources en corrélant pour chacune d'elles, différentes espèces chimiques en fonction de leur teneur respective en chlorure.

On remarque, notamment, dans le diagramme chlorure-sodium (figure 6.1) que les différentes eaux thermales sont très bien corrélées entre elles. Elles se placent le long d'une droite de mélange représentée par un pôle thermal (caractérisé par la source Bursaux) plus ou moins dilué par des eaux froides peu minéralisées du type des eaux superficielles. La source Capucin est l'eau thermale la plus mélangée (1/3 d'eau du pôle thermal et 2/3 d'eau superficielle environ).

Les relations chlorure-magnésium (figure 6.2) confirment le modèle de mélange déjà proposé pour les eaux thermales. On peut remarquer, en outre, que les eaux thermales ont des teneurs en magnésium toujours faibles et peu modifiées par le mélange. Les eaux peu minéralisées à l'origine de la dilution des eaux thermales sont donc pauvres en magnésium du genre des eaux des grès de Fontaine l'Evêque. On peut donc rejeter la participation des eaux de Hygie, Martin ou Fontaine Froide dans ce modèle de mélange (cf. figure 6.2).

LUXEUIL

relations entre les eaux étudiées

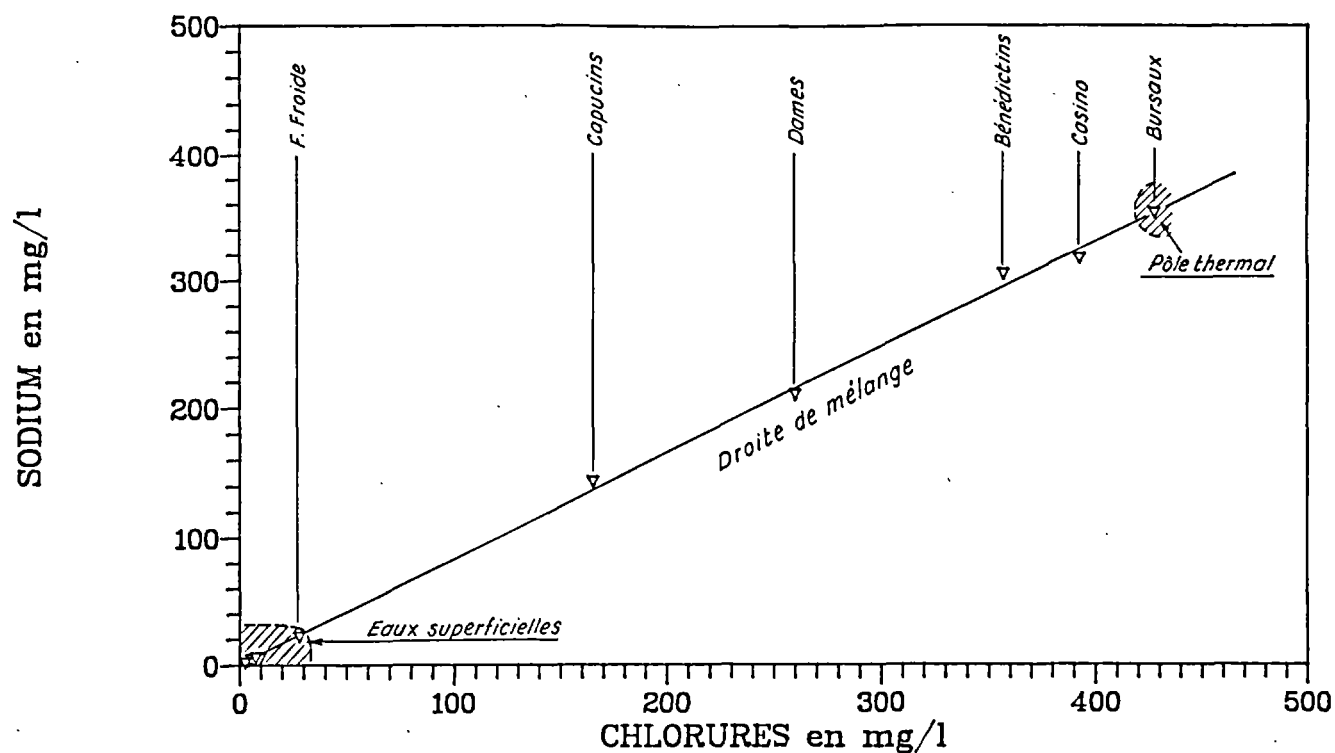


FIGURE 6.1 - RELATION CHLORURE - SODIUM

LUXEUIL

relations entre les eaux étudiées

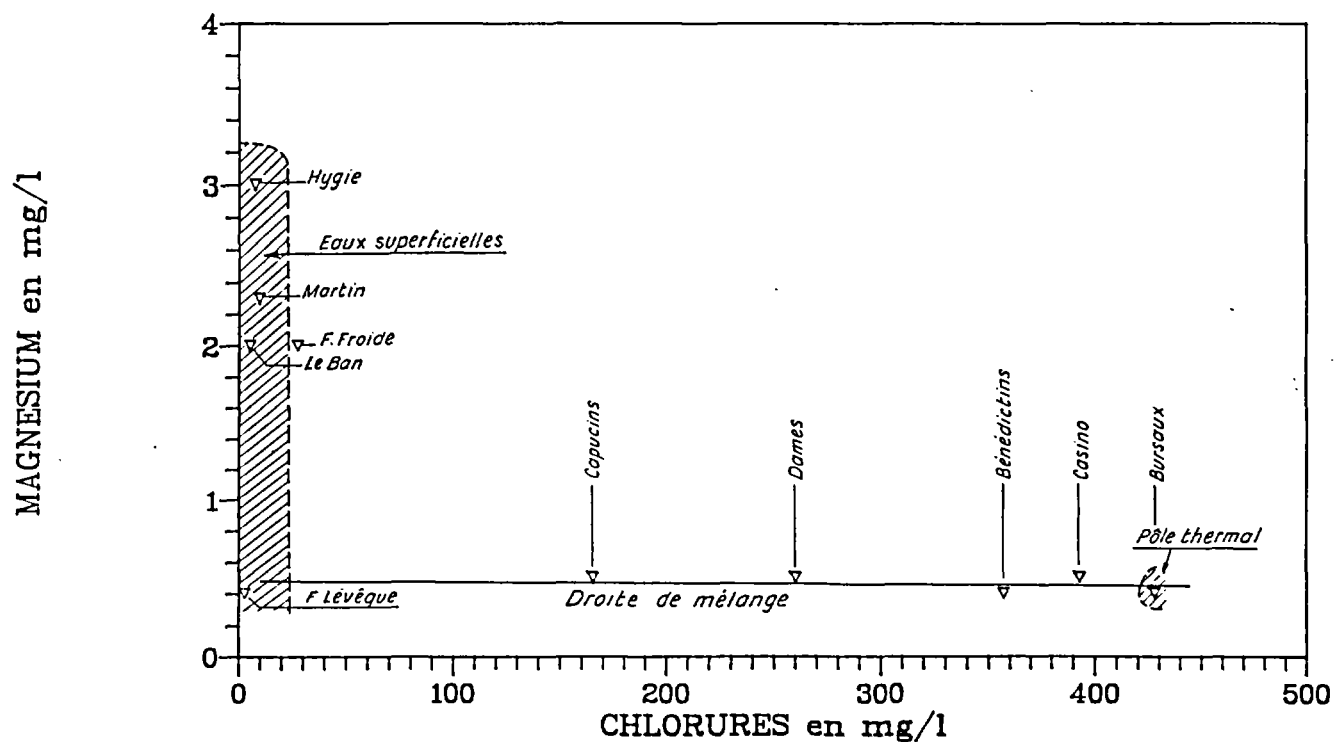


FIGURE 6.2 - RELATION CHLORURE-MAGNESIUM

3.4 - Température profonde de l'eau thermale

La concentration de certains éléments dissous où les rapports des concentrations d'éléments entre eux, sont l'image de conditions d'équilibres qui sont elles-mêmes fonction de la température atteinte par l'eau dans le sous-sol.

Les géothermomètres classiques Na-K, Na-K-Ca, Na-Li, SiO₂, appliqués aux différentes eaux thermales indiquent des températures profondes homogènes. L'ensemble des différents géothermomètres permet d'estimer une température maximale atteinte en profondeur de 135°C pour l'eau thermale de LUXEUIL-LES-BAINS.

3.5 - Origine des eaux thermales

Les analyses isotopiques (cf. annexe 2) indiquent que l'eau thermale non mélangée (source Bursaux) a des teneurs en tritium non détectable (0 Unité Tritium).

Ce résultat laisse supposer des temps de circulation dans le sous-sol extrêmement long (supérieurs à 25 ans). Des datations plus précises (carbone 14 par exemple) permettraient de mieux préciser l'âge de cette eau.

On remarque que le mélange qui explique les compositions chimiques intermédiaires des sources thermales du Casino, des Dames et de Capucins, s'accompagne d'une augmentation des teneurs en tritium (cf. figure 6.3). Les eaux peu minéralisées qui sont à l'origine de ce mélange auraient des teneurs en tritium de l'ordre de 18 U.T environ, nettement inférieures à celles des eaux froides superficielles analysées dans le cadre de cette étude.

Les valeurs isotopiques de l'oxygène 18 et du deutérium composant la molécule d'eau des eaux thermales et des eaux superficielles, se placent bien le long de la droite des eaux météoriques régionales $\delta D = 8\delta O^{18} + 14$ (figure 6.4). Les valeurs isotopiques du pôle thermal sont les plus faibles (-61,4‰ en deutérium et -9,5‰ en oxygène 18). Elles représentent une altitude moyenne d'infiltration des eaux, de l'ordre de 530 m environ.

Ces valeurs isotopiques, correspondant à des altitudes élevées, sont franchement distinctes de celles des eaux superficielles (source Martin, Fontaine l'Evêque et forage du Ban des Quatre) (cf. figure 6.4).

LUXEUIL

relations entre les eaux étudiées

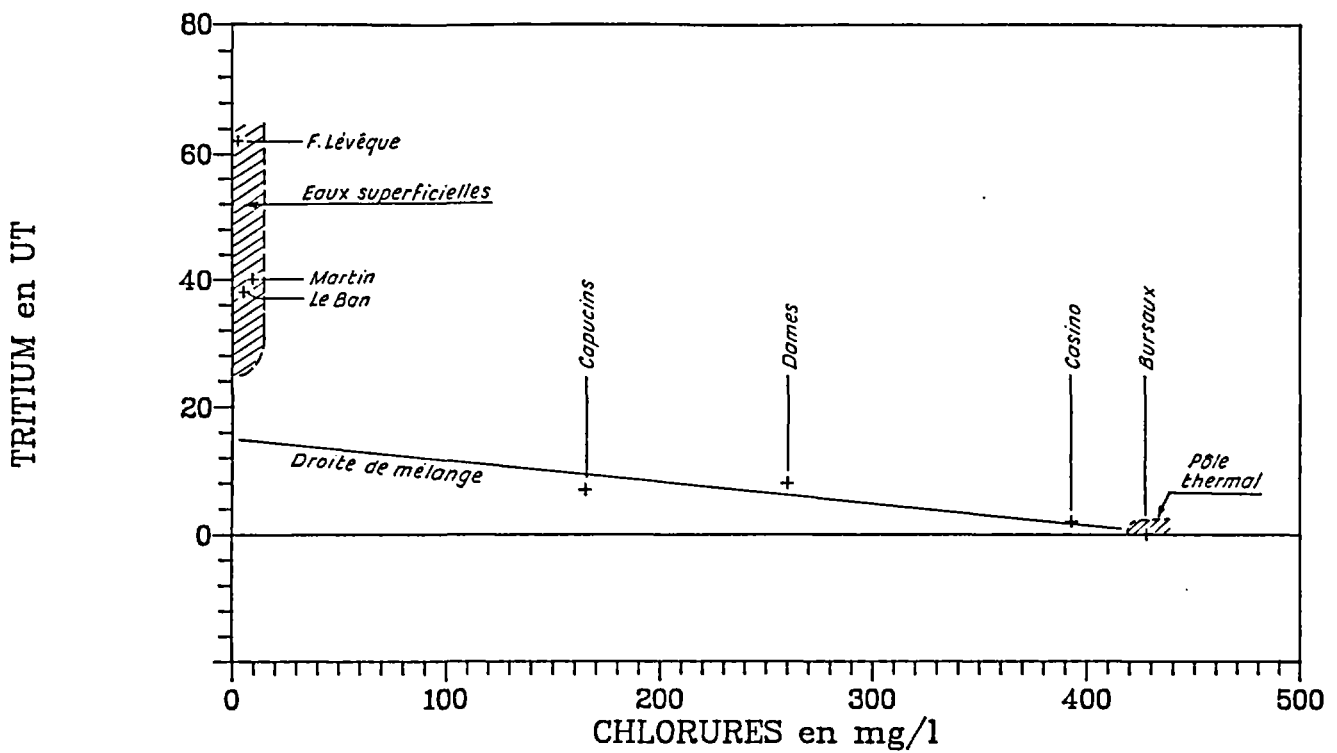


FIGURE 6.3 - RELATION CHLORURE - TRITIUM

LUXEUIL

relations entre les eaux étudiées

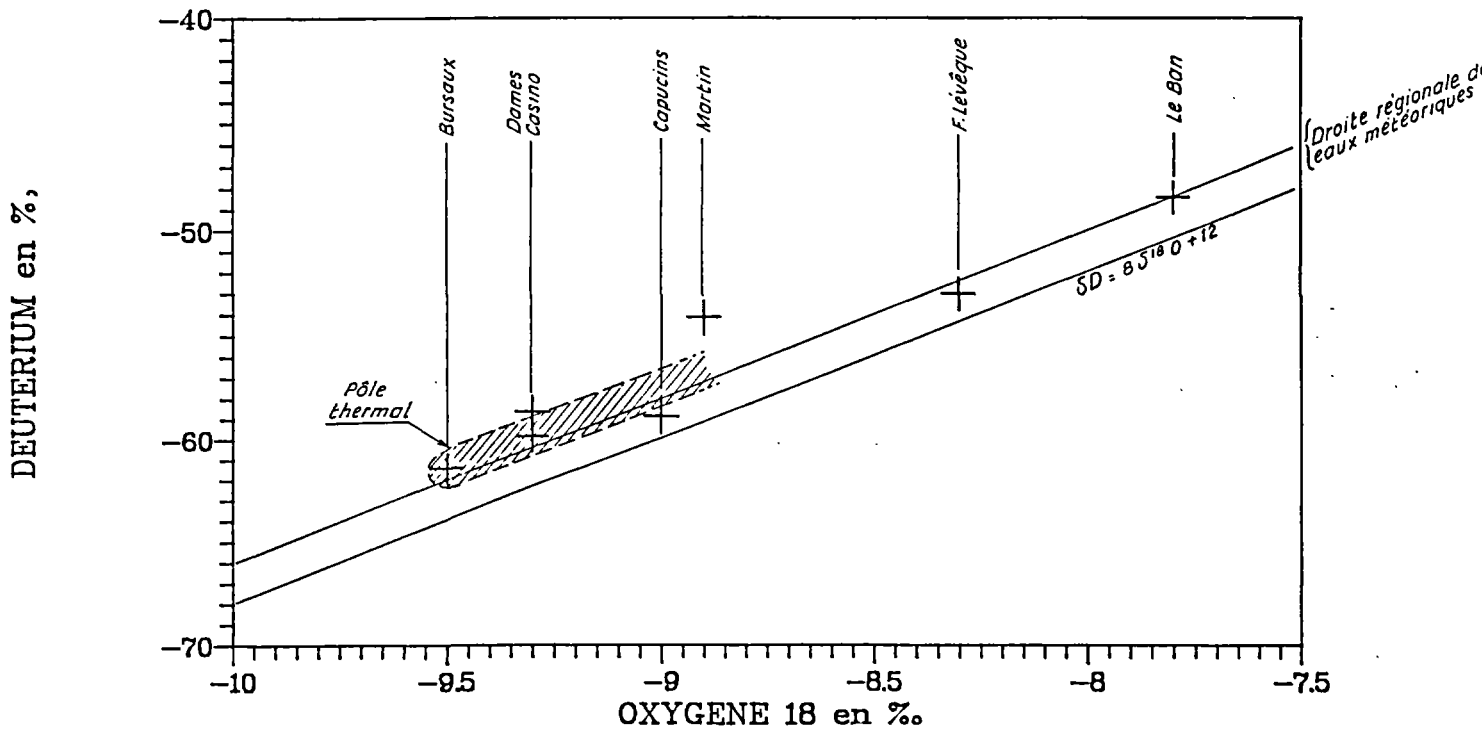


FIGURE 6.4 - RELATION OXYGENE 18 - DEUTERIUM

3.6 - Le système thermal de LUXEUIL-LES-BAINS

L'étude du système thermal de LUXEUIL-LES-BAINS a permis de mettre en évidence les faits suivants :

- l'eau thermale est caractérisée par une température élevée à l'émergence et un faciès chimique essentiellement chloruré-sodique,
- le cycle souterrain est relativement long (supérieur à 25 ans) : l'eau météorique s'infiltrant à une altitude moyenne de 530 m environ, circule profondément dans le sous-sol atteignant une température profonde de 135°C,
- en remontant vers la surface, l'eau thermale va se mélanger avec des eaux peu minéralisées en quantité plus ou moins importantes pour former les caractéristiques physiques et chimiques des sources thermales actuellement exploitées à LUXEUIL-LES-BAINS (cf. figure 6.5).

SYSTEME THERMAL DE LUXEUIL

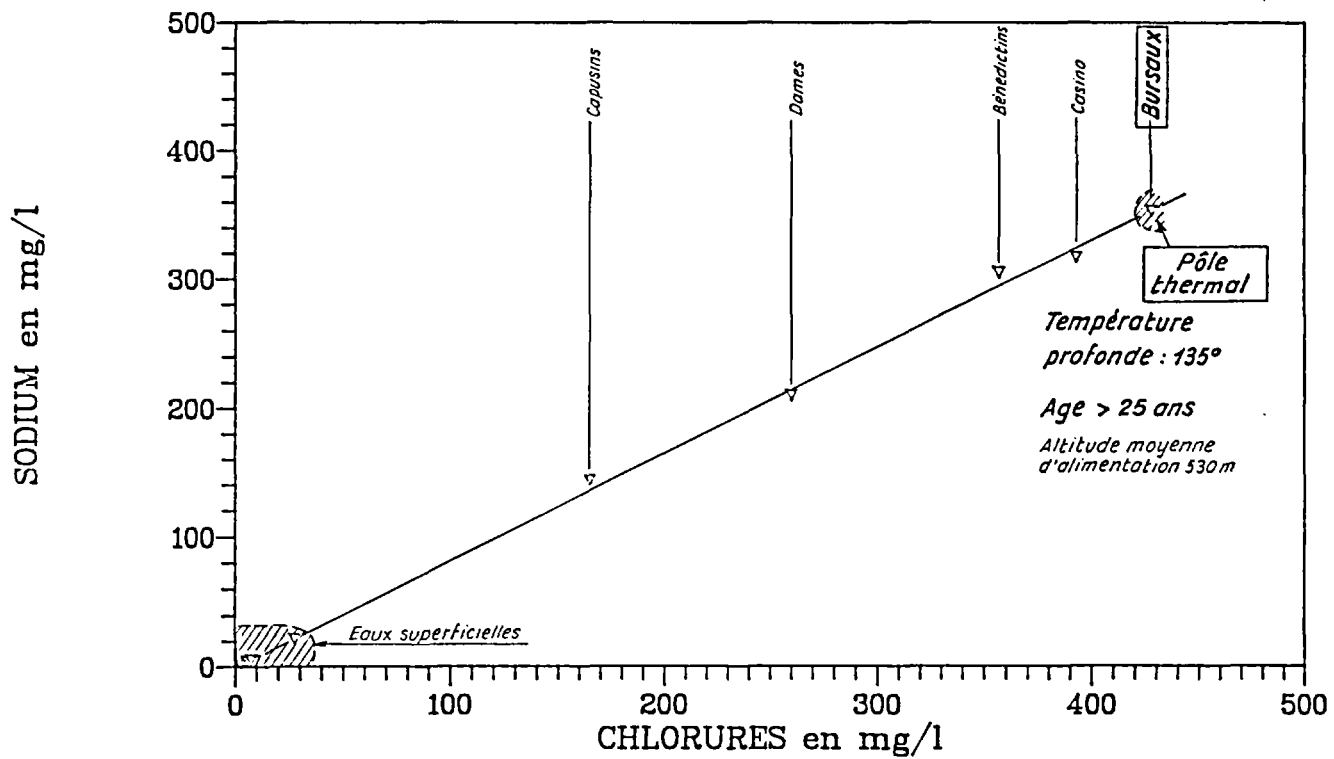


FIGURE 6.5 - LE SYSTEME THERMAL DE LUXEUIL-LES-BAINS

4 - SYNTHÈSE DES DONNÉES

4.1 - Le système aquifère

Les réexamens des données existantes concernant la géologie et la structure générale du secteur de LUXEUIL-LES-BAINS avec :

- un complément d'examen photogéologique,
- une prospection d'émanation de gaz radon,
- un examen physico-chimique détaillé des eaux des captages thermo-minéraux,

ont permis de mieux définir le cadre hydrogéologique de la ressource thermo-minérale.

Dans ce secteur tectonique particulier du Sud des Vosges, les eaux météoriques se sont infiltrées jusqu'à de grandes profondeurs dans le socle granitique. Ces eaux se sont réchauffées compte-tenu d'un gradient géothermique vraisemblablement plus élevé que la normale, elles se sont chargées en minéraux et sont revenues vers la surface ou la subsurface à la faveur d'accidents (failles) du socle et de sa couverture.

Elles sont venues se mélanger aux eaux froides des grès du Buntsandstein et plus particulièrement à celles qui se développeraient dans les niveaux les plus perméables de cet aquifère multicouche.

Ces venues d'eaux restent cantonnées dans le secteur des Thermes, où, connues depuis les temps historiques, des émergences en surface d'eaux chaudes se sont manifestées.

4.2 - Projet de captage

Pour capter à présent cette ressource par un forage, il y a lieu d'implanter un tel ouvrage près des sources thermales existantes, et si possible sur un accident géologique (et/ou des cassures d'accompagnement) .

Le captage, sur un tel accident ou le plus près possible de l'anomalie, sera à même d'offrir le mélange le plus chaud, le plus minéralisé, à un débit le plus important ; en effet, il est appelé à se substituer aux sources actuellement exploitées.

Les caractéristiques des eaux de la source Bursaux, représentative du socle thermal, serviront de référence et d'objectif :

- température : 62°C
- conductivité : 2 000 μ S.cm
- débit : > 15-20 m³/h

Si l'examen photogéologique n'a pas pu mettre en évidence toutes les fractures existantes dans le secteur des Thermes, vraisemblablement compte-tenu de l'urbanisation du milieu, la prospection par radon permet d'implanter un forage sur ou près d'accidents géologiques.

Dans ces conditions, le forage pourrait être implanté au voisinage de l'intersection des deux axes à émanation de gaz (figure 5), soit à l'Est - Sud-Est de la source Bursaux, tel qu'illustré par la figure 7.

Cet ouvrage, d'une profondeur prévisionnelle de 150 m, aura les caractéristiques et spécifications suivantes :

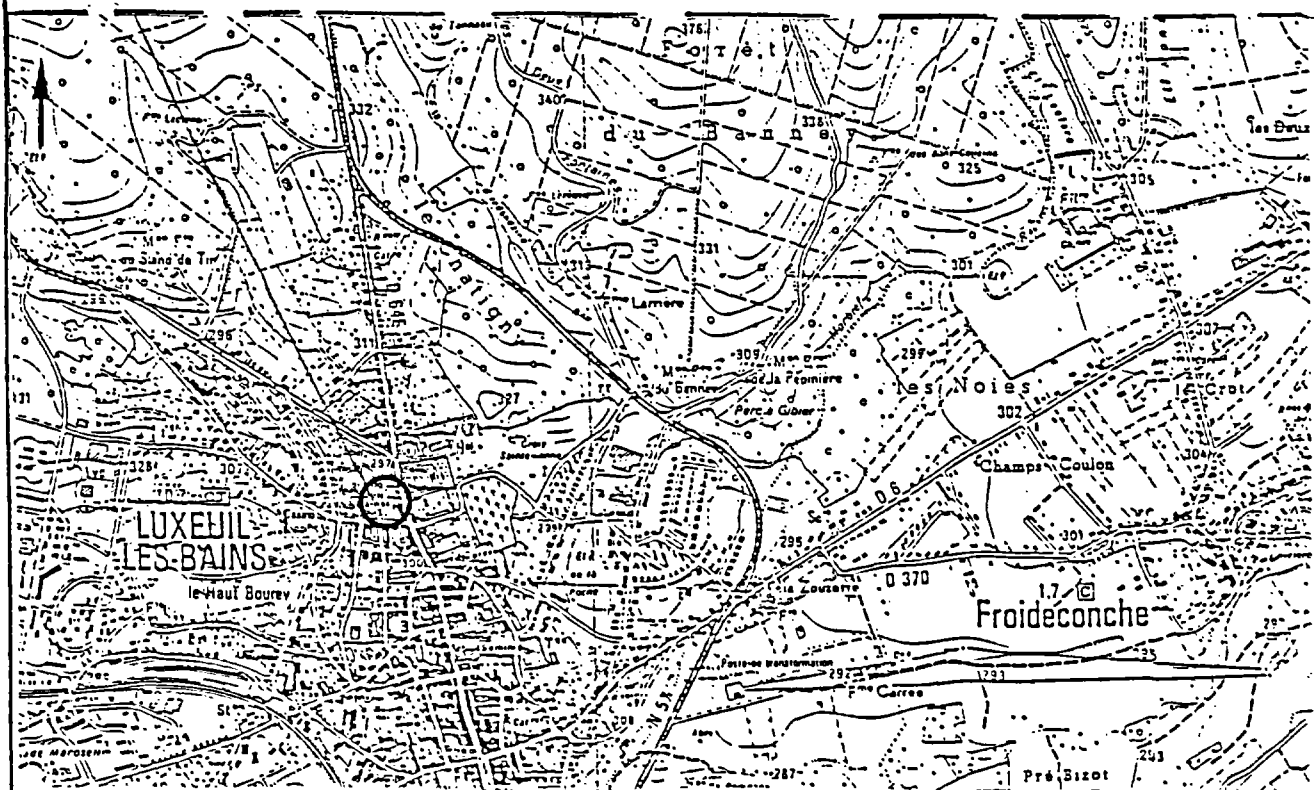
But des travaux :

Recherche hydrogéologique sur le site des Thermes de LUXEUIL-LES-BAINS avec comme objectif : la reconnaissance des terrains et des venues d'eau thermale rencontrées en cours de foration :

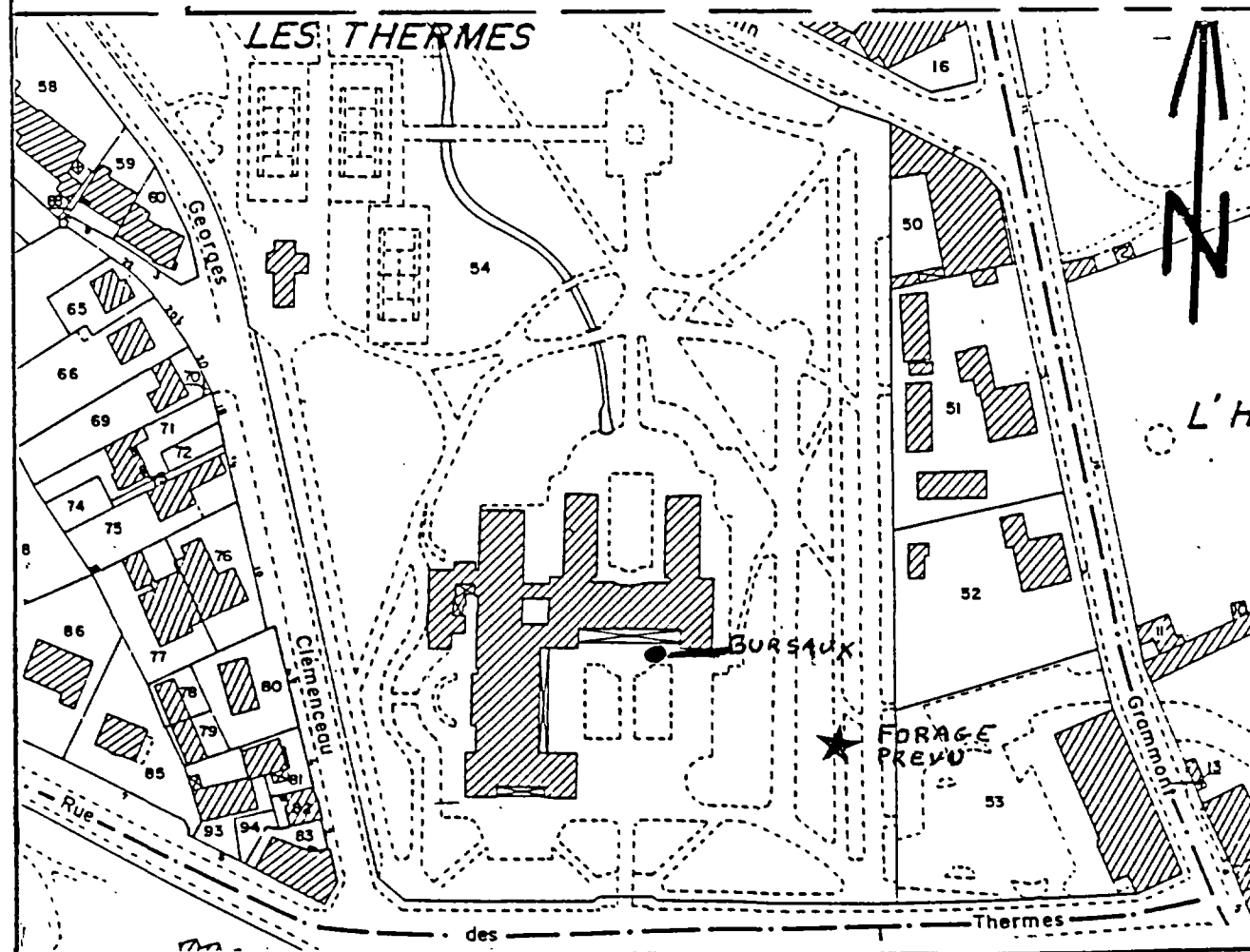
- dans les terrains de recouvrement,
- dans le substratum,
- à l'interface.

Equipement du forage en ouvrage d'exploitation en cas de résultats positifs.

Echelle 1/25 000



Echelle 1/2 000



Sur 2ème allée, à 50 m de l'axe Avenue des Thermes

Figure 7 - Implantation du forage thermo-minéral

Coupe géologique prévisionnelle :

- 0 - 10 m : terrains superficiels,
- 10 - 50 m : alternance de grès plus ou moins grossier, avec quelques lits argileux,
- 50 - 150 m : schistes, grauwackes et éventuellement granite.

L'épaisseur de remplissage est estimée.

Température attendue entre 60 et 70°C, artésianisme probable.

Spécifications techniques :

La méthode de forage utilisée est celle du marteau fond de trou.

- 0 - 15 m : foration avec tubage à l'avancement nécessaire (329 mm). Cimentation en pression.
- 15 - 50 m : foration en 311 mm, tubage acier 240 mm, cimentation.
- 50 - 100 m : foration en 216 mm (reconnaissance).

Il sera attaché une grande importance à la qualité des cimentations, car elles sont destinées à isoler les venues d'eau thermo-minérales profondes contre toute pollution par la surface et la nappe phréatique, mais aussi en raison de l'artésianisme probable.

En fin de foration, un développement et des tests à l'air-lift seront réalisés.

En cas de résultats positifs :

- Equipement inox 316 L, diamètre nominal 7", épaisseur 4 mm.
- Tube plein et crépines, prévoir 100/50.
- Crépines à ouvertures horizontales de 1 mm, pourcentage d'ouverture 10%.
- Gravier 2-4 mm en face des crépines et 10 m au-dessus, lit de sable et cimentation gravitaire jusqu'au jour.
- Désinfection de l'ouvrage.

- Pompages d'essai de 72 heures dans une eau entre 60 et 70°C au moyen d'une pompe immergée 6", pouvant donner un débit maximum de 50 m³/h sous 40 m de HMT. Les mesures de niveaux d'eau et des débits seront suivies ; les eaux pompées seront évacuées dans le réseau d'assainissement situé à moins de 100 m.

Mise en place sur le tubage d'avant-trou d'une bride pour contrôle d'artésianisme et d'une fermeture provisoire.

5 - CONCLUSIONS

La Ville de LUXEUIL-LES-BAINS exploite pour les besoins de son Etablissement thermal une ressource d'eau chaude naturelle.

Cette exploitation d'eau thermale se fait essentiellement sur trois forages, inclinés (de profondeur moyenne de 25 m), qui présentent une certaine vétusté et nécessitent une régularisation administrative.

Aussi, la Ville envisage la réalisation d'un nouveau captage de la ressource thermale, appelé à se substituer à ces ouvrages. Les caractéristiques de température et de minéralisation des eaux seraient les plus voisines possible de celles de la source principale Bursaux actuellement exploitée à plus de 15 m³/h d'une eau à 62°C et à plus de 1 g/l de minéralisation.

La synthèse des données géologiques et chimiques complétée par un examen de photographies aériennes mais surtout par une prospection d'émanations de gaz radon dans le sol a permis :

- de préciser le gisement hydrothermal,
- d'implanter un forage de reconnaissance susceptible d'être transformé en captage d'exploitation, et, de ce fait, statuer sur la faisabilité du projet.

Le gisement hydrothermal semble localisé dans la zone des Thermes. Des venues d'eau chaudes et minérales, ayant circulé dans le socle granitique, viennent par des accidents géologiques se répandre dans les niveaux de grès perméables (et/ou fracturés) du Buntsandstein où elles se mélangent aux eaux froides de cet aquifère multicouche.

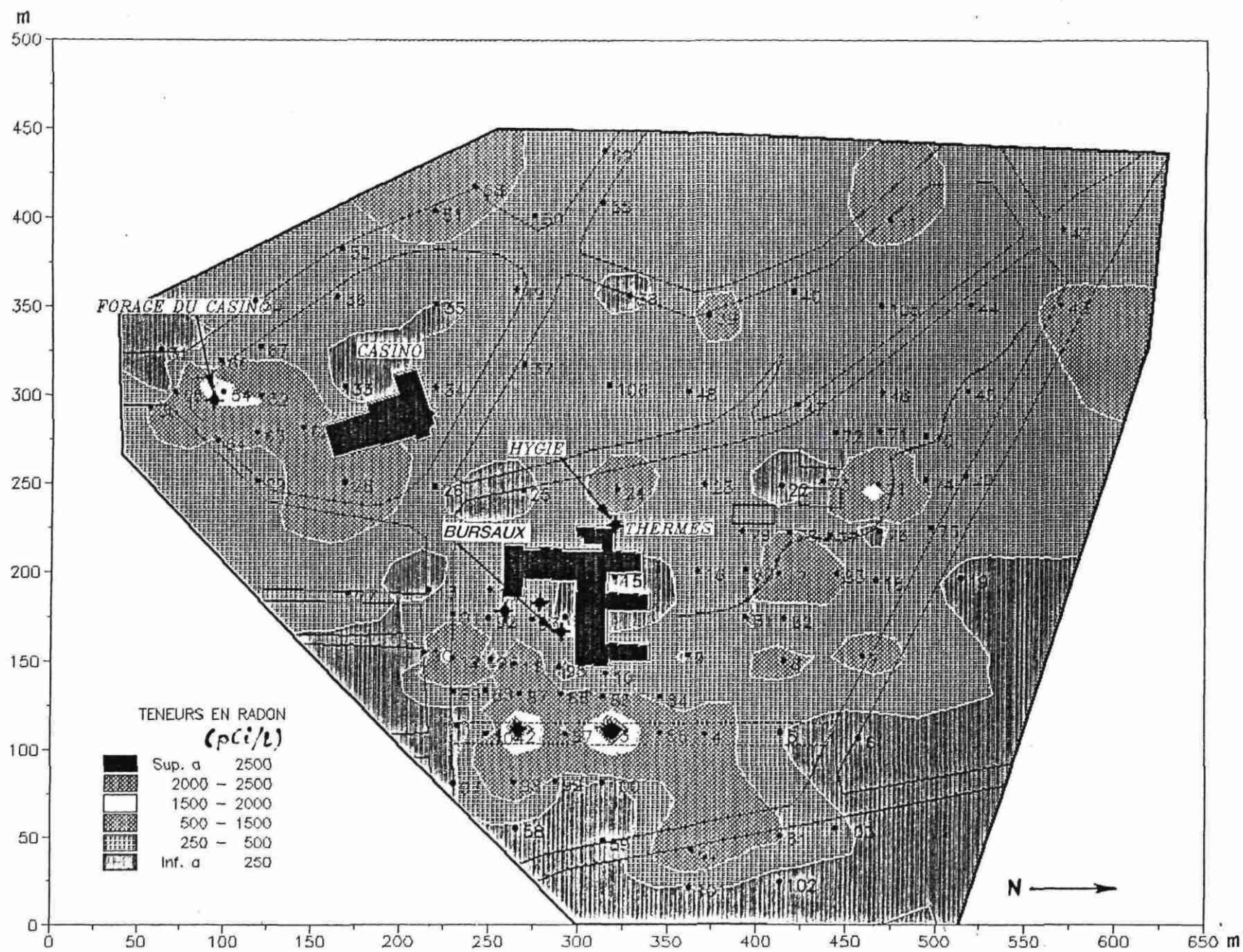
Le mélange est d'autant plus près du pôle hydrothermal que l'on se situe près des cassures nourricières. C'est dans ces conditions qu'il est proposé la réalisation d'un forage de reconnaissance à un emplacement où les émanations de gaz radon, liées à la circulation d'eau chaude dans le sous-sol, indiqueraient des intersections de cassures géologiques.

Ce forage de 150 m de profondeur prévisionnelle, explorera jusqu'en pénétration dans le granite les venues d'eau chaude dans les horizons géologiques traversés et les fractures recoupées, afin de capter des eaux minéralisées de l'ordre de 60°C à un débit susceptible de satisfaire la demande mais aussi assurant la pérennité des caractéristiques chimiques des eaux thermales.

ANNEXE 1

TENEURS EN RADON DES GAZ DES SOLS

- 1) carte (figure 5)
- 2) tableau des mesures



La prospection radon dans le secteur des Thermes de LUXEUIL-LES-BAINS

LUXEUIL LES BAINS

TENEURS EN RADON DES GAZ DES SOLS

X	Y	pCi/l	No				
231.70	113.79	113.	1	292.69	109.75	431.	57
266.82	109.68	3342.	2	265.35	55.75	143.	58
319.17	110.43	3454.	3	313.66	48.48	45.	59
370.91	109.26	706.	4	363.28	43.04	845.	60
413.11	109.82	263.	5	413.08	51.21	563.	61
456.85	106.61	23.	6	144.69	281.90	694.	62
458.44	153.34	567.	7	118.43	278.78	529.	63
415.03	150.95	584.	8	96.02	274.44	501.	64
360.74	154.16	235.	9	71.29	302.09	75.	65
315.12	143.45	577.	10	97.61	320.04	301.	66
263.97	148.59	987.	11	120.12	327.53	266.	67
229.16	152.19	1874.	12	240.90	417.79	650.	68
215.76	190.60	139.	13	313.18	437.41	289.	69
250.06	190.15	472.	14	493.61	276.91	454.	70
319.63	197.48	90.	15	467.93	279.99	380.	71
365.99	200.78	294.	16	442.67	279.10	340.	72
411.85	199.41	1043.	17	436.05	251.69	143.	73
465.83	195.89	413.	18	493.78	251.82	358.	74
513.61	197.15	176.	19	496.90	225.31	420.	75
515.99	254.74	449.	20	468.09	223.21	51.	76
467.41	249.62	1877.	21	440.40	221.31	373.	77
412.83	248.57	147.	22	417.67	222.66	479.	78
370.11	249.73	395.	23	391.29	223.40	270.	79
321.32	247.05	607.	24	393.48	201.26	299.	80
268.06	246.10	178.	25	393.45	175.25	528.	81
218.95	248.39	238.	26	415.27	174.52	258.	82
170.72	188.62	277.	27	444.21	199.77	654.	83
168.72	250.68	971.	28	345.59	130.21	291.	84
119.31	251.56	326.	29	313.94	130.45	250.	85
57.11	293.17	459.	30	290.40	131.70	516.	86
63.00	325.47	216.	31	267.06	132.03	1072.	87
121.00	300.00	1547.	32	247.78	133.47	276.	88
168.37	305.53	67.	33	229.82	133.29	359.	89
219.71	304.97	389.	34	213.53	155.66	108.	90
219.47	351.59	218.	35	229.30	176.67	448.	91
164.17	356.12	429.	36	249.39	174.51	333.	92
268.98	317.60	361.	37	273.34	173.77	332.	93
327.51	356.84	186.	38	292.00	175.17	167.	94
372.28	345.41	559.	39	288.83	146.94	71.	95
419.42	358.36	372.	40	250.57	151.65	101.	96
473.48	399.23	526.	41	229.87	80.88	134.	97
569.78	393.94	362.	42	263.65	82.06	735.	98
569.08	351.68	565.	43	286.78	82.54	208.	99
518.76	351.34	257.	44	313.06	82.10	186.	100
517.58	302.78	347.	45	362.33	21.81	183.	101
469.09	302.33	400.	46	412.74	24.90	80.	102
421.83	294.57	444.	47	444.31	55.54	282.	103
360.94	302.77	433.	48	248.35	109.20	287.	104
264.09	360.07	332.	49	468.44	350.89	482.	105
274.53	401.70	291.	50	316.39	305.87	401.	106
218.72	403.80	675.	51				
166.73	382.83	392.	52				
116.70	353.34	365.	53				
99.39	302.26	2306.	54				
312.86	408.56	500.	55				
345.54	110.40	566.	56				

ANNEXE 2

HYDROCHIMIE DES EAUX THERMALES DE LUXEUIL-LES-BAINS

Résultats des mesures

analyses chimiques
" isotopiques
" bactériologiques

TABLEAU No1 RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES ET ISOTOPIQUES LUXEUIL

NOMS	Ca MG/L	Mg MG/L	Na MG/L	K MG/L	HCO3 MG/L	CL MG/L	SO4 MG/L	NO3 MG/L	NH4 MG/L	NO2 MG/L	F MG/L	PO4 MG/L	SiO2 MG/L
BURSAUX	25.5	0.4	353	17.5	117	428	102	0.5	0.2	0	9	0.3	87
CAPUCIN	15.2	0.5	143	14.3	86	165	40.5	0.3	0	0	3.7	0.4	48.3
BENEDICTIN	22	0.4	305	15	111	357	90	0	0	0	8	0	7-
DAMES	18.7	0.5	210	20.5	105	260	60.5	0.3	0	0	5.3	0.3	6-
CASINO	22	0.5	317	30.3	115	393	99	0.4	0.2	0	9	0.5	61
LE BAN D4	8	2	4	0.7	24	5.2	6.5	7	0	0.02	0	0	7.3
F.L'EVEQUE	1	0.4	1	0	0	2.5	1.5	1	0	0	0	0	7.3
MARTIN	11.5	2.3	5	2.5	37	9.5	3.5	7.5	0	0	0	0.2	11.3
F.FROIDE	10.7	2	21.5	2	47	27.7	6.6	0	0	0	0.3	0.4	10.3
HYGIE	15	3	5.2	3.3	45	7.5	9.7	5.6	-0.1	-0.01	0.2	-0.1	11.2

NOMS	AL MG/L	FE UG/L	MN UG/L	CD UG/L	Cu UG/L	ZN UG/L	B UG/L	CR UG/L	CO UG/L	SR MG/L	AG UG/L	EA UG/L	LI MG/L
BURSAUX	0	0	60	0	0	0	720	0	0	0.73	0	103	2.1
CAPUCIN	0	0	0	0	0	0	295	0	0	0.45	0	125	1
BENEDICTIN	0	0	75	0	0	0	555	0	0	0.7	0	70	1.3
DAMES	0	0	0	0	0	0	425	0	0	0.56	0	53	1.3
CASINO	0	0	68	0	0	0	675	0	0	0.63	0	60	1.9
LE BAN D4	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0.04	0	103	0
F.L'EVEQUE	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0
MARTIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	455	0
F.FROIDE	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0.02	0	345	0
HYGIE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0	267	0

NOMS	Temp. cC	conduct FS/cm	pH	Eh mv/kcl	oxyg.dis. mg/l	oxyg.dis. %sat
BURSAUX	62.4	1896	7.43	96	0.4	9
CAPUCIN	41.7	809	6.37	182	5.3	85
BENEDICTIN	41.9	1505	7.42	140	1.3	20
DAMES	32.3	1120	7.16	2	1.2	18
CASINO	42	1637	7.53	7	0.5	9
LE BAN D4	14.4	91	7.47	60	5.3	55
F.L'EVEQUE	10.7	25.1	6.63	48	11.8	107
MARTIN	20.6	121.9	5.75	18	7.3	83
F.FROIDE	13.3	196.5	6.49	68	14.1	135
HYGIE	22.2	146.4	6.6	34	6.6	76

NOMS	tritium UT	deut. %	oxygene %
BURSAUX	0	-61.4	-9.5
CAPUCIN	7	-58.8	-9
BENEDICTIN			
DAMES	8	-58.6	-9.3
CASINO	2	-59.8	-9.3
LE BAN D4	38	-48.4	-7.8
F.L'EVEQUE	62	-53	-8.3
MARTIN	40	-54.1	-8.9
F.FROIDE			
HYGIE			

 * EDITICN EN MILLIEQUIVALENTS/LITRE *

NMGA	Ca	Mg	Na	K	HCO3	CO3	CL	SO4	NO3	NH4	NO2	F	PO4	B	SR
0001	1.27	0.03	15.35	0.45	-1.92	0.00	-12.07	-2.12	-0.01	0.01	0.00	-0.47	-0.01	0.00	0.02
0002	0.76	0.04	6.22	0.37	-1.41	0.00	-4.65	-0.84	0.00	0.00	0.00	-0.19	-0.01	0.00	0.01
0003	1.10	0.03	13.26	0.38	-1.82	0.00	-10.07	-1.87	0.00	0.00	0.00	-0.42	0.00	0.00	0.02
0004	0.93	0.04	9.13	0.52	-1.72	0.00	-7.33	-1.26	0.00	0.00	0.00	-0.28	-0.01	0.00	0.01
0005	1.10	0.04	13.78	0.77	-1.88	0.00	-11.08	-2.06	-0.01	0.01	0.00	-0.47	-0.02	0.00	0.01
0006	0.40	0.16	0.17	0.02	-0.39	0.00	-0.15	-0.14	-0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0007	0.05	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	-0.07	-0.03	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0008	0.57	0.19	0.22	0.06	-0.61	0.00	-0.27	-0.07	-0.12	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
0009	0.53	0.16	0.93	0.05	-0.77	0.00	-0.78	-0.14	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.01	0.00	0.00
0010	0.75	0.25	0.23	0.08	-0.74	0.00	-0.21	-0.20	-0.15	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00



INSTITUT PASTEUR DE LYON

Laboratoire d'Hygiène Appliquée à l'Homme et à son Environnement

Reconnu d'utilité publique (Décret du 22 juin 1903)

Avenue Tony-Garnier - 69365 LYON CEDEX 07
Tél. 72 72 25 00 - Télécopie 78 72 39 89 - Télex PASTLYO 380 697 F - C.C.P. Lyon 330.13 G

FEUILLE DE RESULTATS

PAGE

B.R.G.M.
43 boulevard du 11 novembre
B. P. 6083
69604 VILLEURBANNE

Section Chimie des Eaux Propres

Laboratoire de référence, départemental et régional, agréé par le Ministère des Affaires Sociales, au titre du contrôle sanitaire des eaux : eaux d'alimentations, eaux minérales, eaux de baignades, eaux usées...
Laboratoire agréé, par le Ministère de l'Environnement pour les agréments du type 1,3,5,6,7 : ressources naturelles, eaux de rejets industriels et urbains

N° DEMANDE : 910121032
N° bon de commande : 39

éditée le: 25.01.91

ORIGINE : Eau d'alimentation - ressource
Forage
Martin
COMMUNE : Luxeuil
DEPARTEMENT : 70

PRELEVEMENT : Effectué le : 20.01.91
Par : BRGM

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE COMPLETE

Bactéries aérobies 37°C 24H (NF T 90-401)	0	par ml.
Bactéries aérobies 22°C 72 H (NF T90-402)	0	par ml.
Coliformes totaux à 37°C (NF T90-414)	0	par 100 ml
Coliformes thermotolérants 44°C (NF T90-414)	0	par 100
Streptocoques fécaux (NF T90-416)	0	par 100
Anaérobies sulfito-réductrices (spores) NF T90-415	0	par 20 ml

Eau potable du point de vue bactériologique pour les paramètres analysés
Décret n°89-3 du 3 janvier 1989 (eaux destinées à la consommation humaine)

Dr Ch. Geoffray
Directeur du laboratoire

Avenue Tony-Garnier - 69365 LYON CEDEX 07
Tél. 72 72 25 00 - Télécopie 78 72 39 89 - Télex PASTLYO 380 697 F - C.C.P. Lyon 330.13 G

B. R. G. M.
31. JAN. 1991
S. G. R. R. H. A.

FEUILLE DE RESULTATS

PAGE

B.R.G.M.
43 boulevard du 11 novembre
B. P. 6083
69604 VILLEURBANNE

Section Chimie des Eaux Propres

Laboratoire de référence, départemental et régional, agréé par le Ministère des Affaires Sociales, au titre du contrôle sanitaire des eaux : eaux d'alimentations, eaux minérales, eaux de baignades, eaux usées...
Laboratoire agréé, par le Ministère de l'Environnement pour les agréments du type 1,3,5,6,7 : ressources naturelles, eaux de rejets industriels et urbains

N° DEMANDE : 910121033
N° bon de commande : 39

éditée le: 25.01.91

ORIGINE : Eau d'alimentation - ressource
Forage
Dames
COMMUNE : Luxeuil
DEPARTEMENT : 70

PRELEVEMENT : Effectué le : 20.01.91
Par : BRGM

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE COMPLETE

Bactéries aérobies 37°C 24H (NF T 90-401)	7	par ml
Bactéries aérobies 22°C 72 H (NF T90-402)	45	par ml
Coliformes totaux à 37°C (NF T90-414)	0	par 100 ml
Coliformes thermotolérants 44°C (NF T90-414)	0	par 100 ml
Streptocoques fécaux (NF T90-416)	0	par 100 ml
Anaérobies sulfito-réductrices (spores) NF T90-415	1	par 20 ml

Eau potable du point de vue bactériologique pour les paramètres analysés
Décret n°89-3 du 3 janvier 1989 (eaux destinées à la consommation humaine)

Dr Ch. Geoffray
Directeur du laboratoire





INSTITUT PASTEUR DE LYON

Laboratoire d'Hygiène Appliquée à l'Homme et à son Environnement

Reconnu d'utilité publique (Décret du 22 juin 1903)

Avenue Tony-Garnier - 69365 LYON CEDEX 07
Tél. 72 72 25 00 - Télécopie 78 72 39 89 - Télécopie PASTLYO 380 697 F - C.C.P. Lyon 330.13 G

FEUILLE DE RESULTATS

PAGE

B.R.G.M.
43 boulevard du 11 novembre
B. P. 6083
69604 VILLEURBANNE

Section Chimie des Eaux Propres

Laboratoire de référence, départemental et régional, agréé par le Ministère des Affaires Sociales, au titre du contrôle sanitaire des eaux : eaux d'alimentations, eaux minérales, eaux de baignades, eaux usées...
Laboratoire agréé, par le Ministère de l'Environnement pour les agréments du type 1,3,5,6,7 : ressources naturelles, eaux de rejets industriels et urbains.

N° DEMANDE : 910121030

éditée le: 25.01.91

° bon de commande : 39

ORIGINE : Eau d'alimentation - ressource
Forage
Bénédictins
COMMUNE : Luxeuil
DEPARTEMENT : 70

PRELEVEMENT : Effectué le : 20.01.91
Par : BRGM

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE COMPLETE

Bactéries aérobies 37°C 24H (NF T 90-401)	0	par ml
Bactéries aérobies 22°C 72 H (NF T90-402)	0	par ml
Coliformes totaux à 37°C (NF T90-414)	0	par 100 ml
Coliformes thermotolérants 44°C (NF T90-414)	0	par 100 ml
Streptocoques fécaux (NF T90-416)	0	par 100 ml
Anaérobies sulfito-réductrices (spores) NF T90-415	0	par 20 ml

Eau potable du point de vue bactériologique pour les paramètres analysés
décret n°89-3 du 3 janvier 1989 (eaux destinées à la consommation humaine)

Dr Ch. Geoffray
Directeur du laboratoire

B.R.G.M.
43 boulevard du 11 novembre
B. P. 6083
69604 VILLEURBANNE

Section Chimie des Eaux Propres

Laboratoire de référence, départemental et régional, agréé par le Ministère des Affaires Sociales, au titre du contrôle sanitaire des eaux : eaux d'alimentations, eaux minérales, eaux de baignades, eaux usées...
Laboratoire agréé, par le Ministère de l'Environnement pour les agréments du type 1,3,5,6,7 : ressources naturelles, eaux de rejets industriels et urbains

N° DEMANDE : 910121028

éditée le: 25.01.91

° bon de commande : 39

ORIGINE : Eau d'alimentation - ressource
Forage
Burseaux
COMMUNE : Luxeuil
DEPARTEMENT : 70

PRELEVEMENT : Effectué le : 20.01.91
Par : BRGM

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE COMPLETE

Bactéries aérobies 37°C 24H (NF T 90-401)	0	par ml
Bactéries aérobies 22°C 72 H (NF T90-402)	0	par ml
Coliformes totaux à 37°C (NF T90-414)	0	par 100 ml
Coliformes thermotolérants 44°C (NF T90-414)	0	par 100 ml
Streptocoques fécaux (NF T90-416)	0	par 100 ml
Anaérobies sulfito-réductrices (spores) NF T90-415	0	par 20 ml

Eau potable du point de vue bactériologique pour les paramètres analysés
décret n°89-3 du 3 janvier 1989 (eaux destinées à la consommation humaine)

Dr Ch. Geoffray
Directeur du laboratoire



B.R.G.M.
43 boulevard du 11 novembre
B. P. 6083
69604 VILLEURBANNE

Section Chimie des Eaux Propres

Laboratoire de référence, départemental et régional, agréé par le Ministère des Affaires Sociales, au titre du contrôle sanitaire des eaux : eaux d'alimentations, eaux minérales, eaux de baignades, eaux usées...
Laboratoire agréé, par le Ministère de l'Environnement pour les agréments du type 1,3,5,6,7 : ressources naturelles, eaux de rejets industriels et urbains.

N° DEMANDE : 910121031 éditée le: 25.01.91
N° bon de commande : 39

ORIGINE : Eau d'alimentation - ressource
Forage
Capucines
COMMUNE : Luxeuil
DEPARTEMENT : 70

PRELEVEMENT : Effectué le : 20.01.91
Par : BRGM

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE COMPLETE

Bactéries aérobies 37°C 24H (NF T 90-401)	76	par ml
Bactéries aérobies 22°C 72 H (NF T90-402)	255	par ml
Coliformes totaux à 37°C (NF T90-414)	0	par 100 ml
Coliformes thermotolérants 44°C (NF T90-414)	0	par 100 ml
Streptocoques fécaux (NF T90-416)	0	par 100 ml
Anaérobies sulfito-réductrices (spores) NF T90-415	0	par 20 ml

Eau potable du point de vue bactériologique pour les paramètres analysés
Décret n°89-3 du 3 janvier 1989 (eaux destinées à la consommation humaine)

Dr Ch. Geoffray
Directeur du laboratoire

