



DOCUMENT PUBLIC

Ressources en eaux thermales et minérales des stations du département des Pyrénées-Atlantiques

Station Thermale des EAUX-CHAUDES

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM 99J191

Mars 2000
RP 50177-FR



Mots clés : Aquitaine, Pyrénées-Atlantiques, thermalisme, eaux thermales, eaux minérales

En bibliographie ce rapport sera cité de la façon suivante :

BERARD P., MAZURIER C.

Ressources en eaux thermales et minérales des stations du département des Pyrénées-Atlantiques. Station thermale des Eaux-Bonnes

Rapport BRGM/RP 50178-FR, 24 pages, 3 annexes de 24 pages.

© BRGM, 2000, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM et de la DRIRE Aquitaine.

SYNTHESE

La division Nationale des Eaux Thermales et la DRIRE Aquitaine, avec l'appui de la Région Aquitaine, plan thermal régional, ont demandé au BRGM – SGR/AQI de disposer d'éléments nécessaires à l'exploitation et à la protection des ressources thermales connues et cachées dans le département des Pyrénées-Atlantiques.

La connaissance des ressources en eaux thermales et minérales de ce département passe par un inventaire de l'existant.

Cette première phase fait l'inventaire des connaissances des cinq stations thermales de Cambo-les-Bains, les Eaux-Bonnes, les Eaux-Chaudes, Lurbe-Saint-Christau et Salies de Béarn et de l'unité d'embouteillage d'eau minérale d'Ogeu-les-Bains.

Pour définir, dans une seconde phase, des modalités de protection des captages et de la ressource, et de réfléchir sur des possibilités d'amélioration des conditions d'exploitation, il a été établi pour chacune des stations :

- un état de la situation administrative des ouvrages,
- une synthèse bibliographique des données existantes, des études et des travaux entrepris,
- un état des connaissances du contexte géologique et structural des réservoirs thermaux,
- un diagnostic sur tous les ouvrages de captages actuellement en service ou abandonnés, et sur les résultats des tests de pompages qui ont été effectués,
- un recueil et une analyse de l'ensemble des données disponibles en matière de débit, de pression, de température et de qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau,
- une approche sur la dynamique des écoulements souterrains permettant d'orienter les conditions de protection des ressources thermales, station par station.

Chaque rapport décrit les résultats de la première phase.

SOMMAIRE

SYNTHESE.....	1
SOMMAIRE.....	2
1. Généralités.....	3
2 - Localisation	4
3. Références bibliographiques et administratives	4
4 - Historique de l'exploitation et des autorisations administratives :.....	6
4.1. Historique de l'exploitation.....	6
4.2. autorisations administratives :	7
5 - Aire d'émergence des sources originelles et Descriptif des points d'eau, sondages et forages.....	9
5.1. Aire d'émergence des sources originelles.....	9
5.2. Descriptif des points d'eau, sondages et forages	10
6 - Caractéristiques physico-chimique et bactériologique des eaux.....	18
7 - Contextes géologique et hydrogéologique :	20
7.1. Contexte géologique et structural :	20
7.2. Contexte hydrogéologique :	20
8 - Aspects environnementaux et vulnérabilité	22
9 - Recommandations :	23

STATION THERMALE DES EAUX-BONNES

1. GENERALITES

L'établissement thermal établi au bord du Valentin est ouvert 5 mois par an: du troisième lundi de mai au 15 octobre.

La commune des EAUX-BONNES est propriétaire de toutes les sources.

(M. GOEMARE, Secrétaire, Mairie : Tél. : 05 59 05 32.69, Fax : 05 59 05 35 97)

Depuis 1986, le groupe EUROTHERMES est concessionnaire de l'exploitation et de la gestion des Thermes.

(EUROTHERMES FRANCE, 87, av. du Maine, 75000 - PARIS, Tél. : 01 43 27 12 50

(Directeur de l'Etablissement Thermal des EAUX-BONNES : M. EBRARD J.P.)

Etablissement Thermal des EAUX-BONNES

64440 - EAUX-BONNES

Tél. : 05 59 05 34 02 Fax : 05 59 05 39.64

Indications thérapeutiques : maladies des voies respiratoires, ORL, Rhumatologie depuis 1993.

Fréquentation :

1325 curistes en 1985,
1308 curistes en 1986,
1290 curistes en 1987,
1162 curistes en 1991,
1400 curistes en 1993,
1273 curistes en 1994,
1170 curistes en 1995,
1103 curistes en 1996,
1088 curistes en 1997,
1096 curistes en 1998.

2 - LOCALISATION

La station thermale des EAUX-BONNES à l'altitude de 750 m, se trouve à 37 km au Sud de Pau, et à 3 km à l'Est de Laruns, sur la route D 918 du col de l'Aubisque à Lourdes, en amont de la vallée d'Ossau (*figure 1* à 1 /25 000).

La station est entourée d'une forêt de mélèzes, et localisée sur les bords du Valentin, rivière affluente en rive droite du Gave d'Ossau. Le centre du village occupe l'espace de la gorge de la Sourde, rivière entièrement recouverte sous certains bâtiments et sous la route, dont le bassin versant s'étend sur 4500 m vers le Sud-Est jusqu'au Pic du Gers, à 2613 m d'altitude.

3. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET ADMINISTRATIVES

OUVRAGES ET RAPPORTS

- POMEROL C., RICOUR J: Terroirs et thermalisme de France. Les eaux minérales françaises. Edition BRGM., 1992
- LAMARQUE H.: Les EAUX-BONNES (Basses-Pyrénées)
- TERNET Y.: Etude du synclinal complexe des EAUX-CHAUDES Basses-Pyrénées). Thèse 3ème cycle, Univ. de Toulouse, 1965
- DUCLER NADAU M.F., CANELLAS J., : La station thermale des EAUX-BONNES. Thèse Univ. de Bordeaux II, 1987
- RHEZA M. et de GHAFOURI H: Etude hydrogéologique : des sources thermo-minérales des Pyrénées. Thèse Univ. de Bordeaux., 1968
- FENEYROU G.: La vie des eaux thermales et minérales. Editions Erès, 1989
- MONDEILH C.: Dossier hydrogéologique pour une demande d'autorisation de livrer ou d'administrer au public l'eau minérale. EAUX-BONNES (Pyrénées-Atlantiques). Rapport BRGM 89 AQI 03, 1989

DOCUMENTATIONS DIVERSES, COURRIERS

- SNPA : Carte géologique de Laruns. 1964
- FENEYROU G., 1981 : rapport du 25 novembre 1981

- FENEYROU G.: Commune des Eaux-Bonnes. Développement des ressources thermales. Avant-projet de programme de recherche, mars 1982
- FENEYROU G.: rapport de mars 1982
- FENEYROU G., 1984 : Etat descriptif des travaux effectués, décembre 1984
- HERVE P: Etat descriptif des travaux réalisés. Mairie des Eaux-Bonnes, le 19.02.1985.
- ARMAND C.: Station thermale des EAUX-BONNES. Pyrénées-Atlantiques. Dossier n°1 1987
- WICKER J.C.: Rapport de l'Ingénieur de l'Industrie et des Mines sur la demande d'autorisation d'exploiter l'eau minérale du captage dit "La Source Vieille Nord (Trésor)" à Eaux-Bonnes. 1989
- DESGREZ P.: Rapport de la Commission n°XI (Climatisme - Thermalisme - Eaux minérales) Sur la demande d'autorisation d'exploiter comme eau minérale naturelle, à l'émergence et après transport à distance, l'eau du captage VIEILLE-NORD situé aux Eaux-Bonnes (Pyrénées-Atlantiques). Acad. de Médecine.1992
- Archives de la DDASS 64 et de la DRIRE à Pau et à Bordeaux
- Très nombreux documents antérieurs à 1970

4 - HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION ET DES AUTORISATIONS ADMINISTRATIVES :

4.1. Historique de l'exploitation

Découvertes au XV^{ème} siècle, les eaux thermales des Eaux-Bonnes portaient à l'origine le nom d' *Eaux d'Arquebusades*, ..., elles guérissaient les soldats de Navarre de leurs blessures faites par les arquebuses !. A partir du XVIII^{ème} siècle, les eaux furent prescrites pour être bues.

Eaux sulfurées à qualités thérapeutiques reconnues, l'exploitation de l'établissement thermal a débuté en 1846 (rapport de l'Ingénieur des Mines du 15 mai 1879) suite à la reconstruction de l'ancien établissement des Eaux-Bonnes. C'est à cette date qu'ont été réalisés le recaptage et l'aménagement de la plupart des sources réparties à quelques mètres seulement les unes des autres, et situées au pied d'un rocher désigné sous le nom de la "Butte du Trésor". Le bâtiment thermal constitue un patrimoine architectural de l'époque de Napoléon III, avec ses voûtes, vitraux et marbres. Il a été établi sur l'emplacement de plusieurs filets d'eau minérale de températures allant de 19,8 à 23,1 °C, issues directement des calcaires. Une nouvelle source sulfureuse était captée en 1865, puis la source du ROCHER (source 1867) est trouvée lors de l'agrandissement de l'établissement en 1867.

En 1867 est réalisée la construction de l'établissement thermal d'Orteig sur la source d'ORTEIG, au nord de la commune et en rive gauche du Valentin, à une centaine de mètres en aval du pont d'Aas (voir le plan de la *figure 2*).

L'établissement thermal d'Orteig, fermé depuis 1931, est ensuite détruit en 1978. Seule la partie sous-sol dont la source d'ORTEIG a été conservée, recouverte par une dalle en béton.

Suite à des pollutions par des *Colibacilles*, la plupart des autres captages et bassins ont été refaits en 1938. Cependant, des pollutions ont été retrouvées entre 1962, 1966 et 1968, et les sources 1867, SUPERIEURE et NOUVELLE non utilisées depuis plusieurs années, ont été proposées pour des révocations.

En 1980 la station thermale des Eaux-Bonnes a bénéficié d'un contrat thermal en vue de la rénovation et du réaménagement des captages, afin d'obtenir de meilleurs débits dans une zone mieux protégée (problèmes de qualité, de quantité et aussi de température de la ressource). Un avant-projet de recherche a été établi en novembre 1981 et en mars 1982 par G. FENEYROU. Un forage de reconnaissance OB1 a ensuite été réalisé en octobre 1984 (profondeur = 82 m), donnant un débit artésien jaillissant de 36 m³/h et une température de l'eau à 39,5°C. Il a été repris en novembre 1984 à proximité

immédiate en forage d'exploitation OB2 (p = 100,2 m), la température de l'eau passant à plus de 43°C par la suite.

Ce forage OB2 dénommé depuis "**Source VIEILLE NORD ou TRESOR**" a été **autorisé en date du 28 janvier 1993**, et il est désormais le seul à être exploité à des fins thermales. Les eaux passent en partie dans un échangeur pour les ramener à une température convenable pour les soins, et les calories récupérées sont utilisées pour le chauffage de l'établissement.

Un nouvel Etablissement Thermal a été ouvert en 1993 (photographie 1), avec un réaménagement et une modernisation de la partie ORL-Voies respiratoires, et la création d'un service de Rhumatologie permettant de traiter le double handicap.

L'exploitation de l'eau thermale dont la gestion était assurée par la Société Thermale des Eaux-Bonnes jusqu'en 1986, avait donc été réorganisée dans un premier temps autour de trois sources, et ceci de manière indépendante, sans aucun contact entre elles ni mélange :

- la source FROIDE en buvette seule,
- la source VIEILLE en buvette, en bains et douches, puis en buvette seule,
- la source VIEILLE NORD (ou TRESOR) en bains, douches et chauffage de l'établissement.

En juin 1993, la Mairie des Eaux-Bonnes a proposé d'abandonner l'exploitation de la source VIEILLE, et de la remplacer en buvette par la source VIEILLE NORD, seule la source FROIDE a été maintenue en buvette et améliorée.

Toutes les autres sources devaient être abandonnées.

Situation actuelle : à ce jour, seul le forage dit "**Source VIEILLE NORD ou TRESOR**" est utilisé pour l'ensemble des soins thermaux et aussi en buvette en remplacement de la Fontaine VIEILLE (exploitation à l'émergence et transport à distance). La source FROIDE est utilisée en buvette seule, conduite depuis son émergence par gravité à l'intérieur de l'Etablissement Thermal.

NOTA : Bien que citée dans le Guide du Thermalisme (édition de février 1999) la source d'ORTEIG n'est plus utilisée.

4.2. autorisations administratives :

Les autorisations d'exploitation datent du :

- **18 septembre 1867** pour la source du ROCHER de 1867 (1069-4X-0017),
- **1er septembre 1880** pour les 8 autres :
 - 1 - source d'EN-BAS (1069-4X-0013),
 - 2 - source INFÉRIEURE (ou ANCIENNE) (1069-4X-0014),

- 3 - source NEUVE (ou NOUVELLE) (1069-4X-0015),
- 4 - source du PROMENOIR (1069-4X-0016),
- 6 - source SUPERIEURE (1069-4X-0018),
- 7 - source VIEILLE (1069-4X-0019),
- 8 - source FROIDE (1069-4X-0020),
- 9 - source d'ORTEIG (1069-4X-0021),

- Le forage OB2 dénommé depuis "**Source VIEILLE NORD ou TRESOR**" (1069-4X-0042), a été **autorisé en date du 28 janvier 1993**

5 - AIRE D'EMERGENCE DES SOURCES ORIGINELLES ET DESCRIPTIF DES POINTS D'EAU, SONDAGES ET FORAGES

5.1. Aire d'émergence des sources originelles

A l'origine, la station des Eaux-Bonnes possédait donc 9 sources, déjà citées, dont les caractéristiques sont données ci-après (tableau 1) :

* 7 captages sont localisés derrière l'Etablissement Thermal, au pied de la butte du Trésor à l'altitude voisine de 747 à 750 m NGF (*figure 3*). Ce sont les sources *d'EN BAS, INFÉRIEURE, NOUVELLE, du PROMENOIR, du ROCHER de 1867, SUPÉRIEURE et VIEILLE*. Certaines de ces sources ont été abandonnées depuis très longtemps et ne coulent plus, les autres ne sont plus utilisées,

* *la source FROIDE* est captée par galerie une vingtaine de mètres plus haut en altitude, et à 170 m de l'Etablissement Thermal en direction du Sud-Sud-Ouest,

* *la source ORTEIG* est captée par galerie à une vingtaine de mètres du Gave Valentin à l'altitude de 708 m NGF, et à 100 m en aval du pont d'Aas.

Numéro BSS	Dénomination	Température en °C	Débit	
			en l/min	en l/heure
1069-4X-0013	Source d'EN BAS	30	5,4	324
1069-4X-0014	Source INFÉRIEURE	30,5	11	660
1069-4X-0015	Source NOUVELLE	29,5	3,7	222
1069-4X-0016	Source du PROMENOIR	30	4,1	246
1069-4X-0017	Source du ROCHER de 1867	12	1,5	90
1069-4X-0018	Source SUPÉRIEURE	28,2	0,5	30
1069-4X-0019	Source VIEILLE	32	6,6	396
1069-4X-0020	Source FROIDE	12,8	6	360
1069-4X-0021	Source d'ORTEIG	21	14	840
Total			52,8	3168

Tableau 1 : Statistiques des eaux minérales des EAUX-BONNES en 1961

Débit journalier utilisé :

72 m³/j en hiver, 85 m³/j en été.

* à partir des sources : 50 m³/j, soit 2,1 m³/h

* depuis janvier 1993, à partir du forage : 528 m³/j, soit 22 m³/h.

5.2. Descriptif des points d'eau, sondages et forages

Les différents points examinés comprennent 9 sources, le sondage de reconnaissance OB1 rebouché et le forage d'exploitation OB2 réalisés en 1984, et exploité à partir de 1985 (*figures 3a et 3b*).

Les anciennes sources dites "de l'ETABLISSEMENT" sont des petits captages superficiels d'émergences venant directement des calcaires du Secondaire à l'affleurement, avec des températures de l'eau comprises entre 12 et 33°C. Elles sont situées sur la façade arrière de l'établissement thermal, au pied du lieu-dit "Butte du Trésor", éperon rocheux boisé (photographies 5, 6 et 8). Antérieurement au forage OB2, seules les eaux les plus chaudes de ces sources étaient utilisées pour les soins nobles. Les débits disponibles étaient d'environ 1 à 2 m³/h (volume cumulé de 30 à 60 m³/j), et la température du mélange était de l'ordre de 28°C.

Avant utilisation, ces eaux étaient rassemblées par pompage dans un réservoir encore visible au nord de la Butte au Trésor, indiqué sur l'extrait de plan cadastral de la *figure 4* sous le n°136. Le pavillon de la source FROIDE correspond sur ce même plan à la parcelle n°147.

1 - Source "d'EN BAS"

n° BSS : 1069-4X-0013 X = 377,5 Y = 78,31 Z # 750 m NGF

Le bassin B est construit à proximité de l'émergence qui se trouve sous la salle de gargarisme, près des fissures au sein du calcaire coniacien. A l'arrière du mur de cette salle, côté sud-est, on note une venue d'eau dans un tube PVC, avec la présence de filaments blancs (glairines), venant du secteur est, côté cour.

Eau sulfurée sodique, autrefois utilisée en usage externe, non visible.

2 - Source "INFERIEURE" (ou source Ancienne)

n° BSS : 1069-4X-0014 X = 377,52 Y = 78,28 Z # 750 m NGF

Le captage se situe dans la cour au niveau du regard central sous la dalle en béton, près des fissures au sein du calcaire coniacien. Ce captage est cimenté, et n'est plus utilisé (photographie 5).

Le 3 juin 1999, la température était de 26,7°C et la conductivité de 763 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Le débit n'était pas mesurable.

Eau sulfurée sodique, autrefois utilisée en usage externe, elle était dirigée vers le bassin D.

3 - Source "NOUVELLE" (ou la Neuve)

n° BSS : 1069-4X-0015 X = 377,50 Y = 78,28 Z # 747 m NGF

L'ouvrage a été créé en 1846 près des fissures au sein du calcaire coniacien, l'eau était dirigée vers le bassin E, au-dessus d'une rigole d'évacuation des eaux de surface de la cour vers l'égout, via un garage. Ce captage est situé dans le bâtiment sud, collé contre le rocher. Il comprend 2 tuyaux de plomb pincés à leurs extrémité, et une grille métallique de 13 x 16 cm, sans aucun écoulement apparent.

L'eau sulfurée sodique qui a été mise en bouteille, n'est plus utilisée. Elle serait évacuée vers un égout.

4 - Source "du PROMENOIR"

n° BSS : 1069-4X-0016 X = 377,51 Y = 78,28 Z # 750 m NGF

L'ouvrage créé en 1846 est sur l'émergence près des fissures au sein du calcaire coniacien, dirigée vers le bassin F. L'écoulement du trop-plein de cette source serait accessible à partir d'un regard de 0,80 x 0,80 m situé au centre de la salle PIDOUX.

L'eau sulfurée sodique qui n'est plus utilisée est dirigée vers un égout.

5 - Source "du ROCHER" (de 1867)

n° BSS : 1069-4X-0017 X = 377,52 Y = 78,32 Z # 750 m NGF

L'ouvrage créé en 1867 est un bassin près des fissures au sein du calcaire coniacien, un peu en contrebas et au nord des autres sources situées dans la cour arrière de l'Etablissement Thermal. Une vasque est encore apparente. Elle est masquée par la végétation et collée contre la paroi du rocher, elle devrait être dégagée.

L'eau sulfurée sodique n'est plus utilisée, elle serait dirigée vers un égout.

6 - Source "SUPERIEURE"

n° BSS : 1069-4X-0018 X = 377,52 Y = 78,27 Z # 750 m NGF

L'ouvrage créé en 1846, est un bassin sans porte, localisé près des fissures au sein du calcaire coniacien, dans l'angle nord-est de la cour, à la base de la paroi rocheuse (photographie 5).

L'eau est sulfurée sodique. La source est abandonnée et l'exutoire est en partie cimenté. Les mesures du 3 juin 1999 sont les suivantes : température était de 18°C et la conductivité de 733 $\mu\text{S/cm}$. Le débit n'est pas mesurable.

7 - Source "la VIEILLE" (source VIEILLE)

n° BSS : 1069-4X-0019 X = 377,51 Y = 78,26 Z # 747 m NGF

L'ouvrage a été créé vers 1848 sur *la source principale et la plus chaude de la station*, la seule qui était restée utilisée jusqu'à une date récente pour la boisson. Le captage est maçonné, parfaitement isolé des eaux de surface et fermé par un capot étanche en fonte. Une colonne d'ascension (cloche) aujourd'hui abandonnée, est encore visible. Une canalisation de 1,60 m de long assurait la desserte de l'un des robinets de la buvette dans le hall de l'établissement (photographie 2).

L'eau sulfurée sodique et calcique était utilisée en soins internes (boissons) et externes (bains et douches). En juin 1993, la Mairie a proposé d'abandonner cette source. Lors de notre visite du 3 juin 1999, La température mesurée dans le bassin D était de 25,9°C, la conductivité de 772 $\mu\text{S/cm}$, avec une forte odeur sulfurée. Le débit n'était pas mesurable.

La source VIEILLE, ou « source NOUVELLE » (*figure 3a*), aurait autrefois fait l'objet d'un embouteillage dans un bâtiment qui a été démoli en 1978. Une ancienne étiquette attribuée à la source VIEILLE est reproduite à la *figure 5*.

Autres observations (figures 5, 6 et 8) :

- * dans la citerne C voisine de la source VIEILLE, un tuyau en cuivre à 10 cm du fond est visible. L'eau moins minéralisée y est stagnante, avec $T = 19,7^\circ\text{C}$ et $C = 357 \mu\text{S/cm}$,
- * dans l'angle sud-est de la cour, le regard sur l'extrémité de la citerne D a été soulevé. La température ($T = 26,5^\circ\text{C}$) et la conductivité ($C = 769 \mu\text{S/cm}$) montrent que l'eau est « semblable » à celle de la source VIEILLE.
- * la citerne A des plans reproduits n'existerait plus.

Ces remarques interpellent sur la nécessité de prendre des mesures d'abandon dans de meilleures conditions, de ces anciens captages puisqu'à ce jour aucune de ces 7 sources n'est plus utilisée.

8 - Source "FROIDE"

n° BSS : 1069-4X-0020 X = 377,56 Y = 78,12 Z # 771 m NGF

L'ouvrage créé en 1846, fait l'objet d'une demande de renouvellement de l'autorisation d'exploiter à distance du point d'émergence. Cette demande a été déposée le 28 février 1990.

La source FROIDE est située à 150 m en amont de l'établissement thermal (*figure 4*) en bordure du chemin rural conduisant à la Promenade de l'Impératrice, face au Relais d'Ossau (Mutuelle Générale des P et T). Elle est dominée par un important massif boisé de hêtres et de conifères. L'eau sourd à même la roche et est captée par une galerie de 6 à 7 m de long orientée N270°E dans le calcaire coniacien.

Cette galerie, recouverte pour la partie inférieure par du béton, débouche dans un petit bassin de mise en charge abrité par un bâtiment dénommé "*Pavillon de la Source FROIDE*" (photographies 3 et 4). Des filaments blanchâtres d'algues sulfuraires (glairines) ont été observés lors de notre visite. Depuis ce bassin, l'eau était autrefois amenée à une vasque et consommée sur place (photographie 2).

Elle a été ensuite canalisée sur 170 m jusqu'à un robinet de la buvette dans le hall de l'établissement thermal qui lui est propre. L'ancienne conduite qui était en fonte a été remplacée en totalité par une conduite en Bergater en Ø 27 mm dont le départ devait être utilement pourvu d'un élément crépiné ou d'un grillage fin.

L'eau est sulfurée sodique *utilisée en usage interne : en buvette*. Le 3 juin 1999, la température de l'eau était de 11,2°C et la conductivité de 571 µS/cm. Les mesures antérieures indiquaient une température de 12,8°C, et un débit de 0,36 m³/h.

9 - Source "d'ORTEIG"

n° BSS : 1069-4X-0021 X = 377,66 Y = 78,56 Z # 708 m NGF

Localisée nettement à l'écart et au Nord des précédentes, cette source avec plusieurs filets d'eau a été captée par une galerie de 10 m de long dans le calcaire coniacien à une vingtaine de mètres du Gave Valentin, à proximité des bâtiments des services techniques. Elle alimentait un ancien établissement thermal fermé depuis 1931, et détruit en 1978.

Elle est surmontée par la route bitumée, bordée au Sud par les calcaires massifs affleurants et karstifiés orientés N115°E présentant un pendage de 40 à 50° vers le Nord. Ces calcaires sont affectés par une faille normale ondulée à stries recouvertes de calcite orientées N110°E et à pendage de 40° (N20°E), soulignée localement par une brèche à débris calcaires enrobés dans des marnes noires.

La source d'ORTEIG a été recouverte d'une dalle rectangulaire en béton de 13,50 x 4,50 m. Elle est encore accessible par une trappe de visite octogonale de 0,55 m de côté, recouverte par une plaque de fonte qui n'est plus fixée. Par trois barreaux métalliques encastrés dans le mur du côté sud, et deux séries d'escaliers passant sous des passages voûtés, la source débouche dans une vasque à 1,20 m au-dessus du sol (photographie 9). Le drain en direction de l'émergence serait orienté N205°E, perpendiculairement à la route et à la faille qui affecte les calcaires.

Des filaments noirs obstruent l'arrivée de la source (orifice de 20 mm de diamètre). Après nettoyage partiel de ce conduit, le débit contrôlé le 3 juin 1999 est passé de 20 à

42 l/h. La température de l'eau était de 20,9°C, et la conductivité de 953 $\mu\text{S}/\text{cm}$, il y avait une forte odeur d'hydrogène sulfuré.

L'eau sulfurée sodique, était encore utilisée en buvette jusqu'en 1960. La température était comprise entre 21 et 23°C et le débit nettement plus élevé était de 840 l/h en 1961. IL y a donc eu colmatage des griffons d'amenée.

10 - Sondage de reconnaissance OB1

n° BSS : 1069-4X-0041 X = 377,51 Y = 78,30 Z # 750 m NGF

Ce sondage de reconnaissance a été *réalisé entre le 18 et le 27 octobre 1984*. Il a été implanté sur une petite terrasse ou jardin immédiatement au Nord et en contrebas de l'Etablissement Thermal. (Déclaration du forage, article 131 du Code Minier). Il était prévu de réaliser 4 sondages de reconnaissance respectivement au Nord, à l'Ouest et au Sud de l'aire d'émergence des sources de l'établissement thermal. Seul le sondage nord OB1 a été réalisé.

Arrêté à la profondeur de 82 m, après avoir traversé des alluvions de 0 à 6 m, puis une zone "brouillée" au-dessus des calcaires du Coniacien, d'après G. FENEYROU il aurait pénétré à 68 m dans les calcaires du primaire. A la fin des travaux, *il était artésien jaillissant avec un débit contrôlé à 36 m³/h, et une température de l'eau mesurée à 39,5°C.*

La coupe géologique et technique du sondage OB1 est donnée à la *figure 6*.

Ce sondage a été foré au marteau fond de trou jusqu'à 22,5 m (avec tubages de protection en Ø 10" de 0 à 6 m, et en Ø 6" de 0 à 22,5 m), puis réalisé en carottage continu jusqu'au fond. Les différentes venues d'eau, et leur température à l'avancement ont été notées. Les principales fractures productrices sont étagées de 67,60 à 78,90 m. Une cavité karstique a été traversée dans les calcaires entre 39,55 et 41,10 m, et la tenue de l'ouvrage devenait précaire.

Profondeur	Débit		Température	Observations
	en l/h	en m ³ /h		
24	30		17	
27	120		24	
50	600		30	calcaires du Crétacé sup.
61		5	35	
64		9	37,5	
79		36	39,5	à compter de 66,4 ou de 69 m, calcaires du Dévonien (?)

Tableau 2 : Mesures effectuées pendant la foration du sondage OB1 en octobre 1984

L'augmentation du débit correspond aussi à une élévation de la température de l'eau.

Les terrains calcaires du Secondaire étant froids, il y a réchauffement des terrains encaissants avec la mise en production du forage. La température de l'eau étant fonction de la vitesse de circulation dans la dernière partie de son parcours, là où les terrains sont normalement froids, il est donc normal d'observer *une température plus élevée de 10°C dans le sondage que dans les sources, et un débit plus de 10 fois supérieur* (le gradient géothermique correspond à 4°C/ 100 m).

Par mesure de sécurité et suite à la réalisation du forage OB2 (1069-4X-0042), la fermeture définitive du sondage OB1 a été décidée. Le forage a été rempli avec du gravier de -82 à -55 m, puis par du sable de -55 à -52 m, enfin par du ciment injecté sous pression jusqu'au sommet comme représenté sur la *figure 6*.

11 - Source VIEILLE NORD, (ou TRESOR)

n° BSS : 1069-4X-0042 X = 377,52 Y = 78,30 Z # 745 m NGF

Le forage d'exploitation OB2 a été réalisé entre le 28 octobre et le 16 novembre 1984. Il est implanté à 40 m au Nord-Est des anciennes sources, et situé à 2,40 m au sud du sondage d'étude OB1, et donc un peu plus près de l'établissement thermal.

Il a été foré à la boue jusqu'à 50 m, puis au marteau fond de trou jusqu'à *la profondeur finale de 100,20 m dans les calcaires du Coniacien* (pendage : 60 à 70° vers le Nord).

L'interprétation stratigraphique de cette coupe a montré que les calcaires et les calcaires dolomitiques appartiennent aux formations mésozoïques d'âge coniacien à turonien, et non pas au Primaire qui pourrait cependant constituer le véritable aquifère thermal.

La coupe géologique et la coupe technique est donnée à la *figure 7* :

- de 0 à 16 m: foré en Ø 17"1/2 et tubé en acier en Ø 13"3/8, cimenté sous pression,
- de 16 à 50 m: foré en Ø 12"1/4 et tubé en Ø 7" en fibre de verre de 0 à 50 m, et cimenté sous pression,
- de 50 à 100,20 m: foré en Ø 5"1/2, laissé en trou nu.

Le terrain a été ensuite acidifié. Le forage OB2 était artésien jaillissant. Lors des essais de production du 19 janvier 1985, *la pression en tête de l'ouvrage était de 8,3 bars, son débit était de 34 m³/h, et la température de l'eau était montée à 40,8°C.*

Entre 1985 et 1988 le forage OB2 a été raccordé à l'établissement thermal avec une conduite en PVC haute pression de qualité alimentaire et utilisé uniquement pour le chauffage des bâtiments au débit de 3 m³/h (photographie 7). Les analyses effectuées lors de cette période ont montré une stabilité des caractéristiques physico-chimiques et une augmentation de la température.

Le débit et la température ont été mesurés :

- le 19 novembre 1987: $Q = 34 \text{ m}^3/\text{h}$, $T = 40,8^\circ\text{C}$,
- décembre 1988 : $Q = 26 \text{ m}^3/\text{h}$, $T = 43^\circ\text{C}$.

Le 30 août 1988, la pression en tête avec la vanne fermée était de 8,3 bars, et le **débit artésien jaillissant noté à $34 \text{ m}^3/\text{h}$** . Lorsque le forage est laissé ouvert, des répercussions sur le débit des sources anciennes apparaissent. Cela indique bien qu'il s'agit du même réservoir thermal: le tarissement de certaines sources est observé et la température de la source VIEILLE (1069-4X-0019) tombe à 30°C .

A vanne fermée, le débit des anciennes sources augmente et leurs températures passe à 35°C . Il est même apparu de nouvelles émergences dans le sous-sol de l'Etablissement Thermal qu'il a fallu colmater. Il conviendra donc de maintenir une protection efficace des anciennes sources et de leurs captages.

L'évolution de la température de l'eau depuis l'origine en 1984, jusqu'à ce jour est donnée ci-après :

en novembre 1984, à la mise en service :	$T = 39^\circ\text{C}$
après 3 mois	$T = 40^\circ\text{C}$
après 8 mois	$T = 41^\circ\text{C}$
après 12 mois	$T = 42^\circ\text{C}$
après 18 mois	$T = 43^\circ\text{C}$
le 10/11/1988	$T = 43,4^\circ\text{C}$
en 1997	$T = 44^\circ\text{C}$
en 1999	$T = 44,5^\circ\text{C}$.

*Lors des essais de pompage par paliers enchaînés réalisés le 7 décembre 1988 par le BRGM (Note 89 AQI 03), des mesures de pression ont été effectuées avec un manomètre de précision, et le débit a été mesuré dans un bac taré de 1 m^3 . Il était noté une pression initiale de 6,20 bars et **un débit maximal d'artésianisme jaillissant de $26,2 \text{ m}^3/\text{h}$** , ceci, en période d'étiage prononcé.*

Les débits jaillissant à 10, à 17 et à $26,2 \text{ m}^3/\text{h}$ ont été maintenus pendant 2 à plus de 3 heures, avec *une température de l'eau stabilisée autour de 43° à $43,2^\circ\text{C}$, et une conductivité comprise entre 806 et $830 \mu\text{S}/\text{cm}$.*

Les résultats (*figure 8*) indiquent un débit spécifique de l'ordre de $0,40$ à $0,45 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. Les ressources disponibles ($26 \text{ m}^3/\text{h}$ en artésien et en continu) sont nettement supérieures au besoin de l'établissement thermal (de 3 à 6 ou $10 \text{ m}^3/\text{h}$).

Un affaiblissement normal de l'artésianisme est observé depuis 1985. Les contrôles de pression, débit d'artésianisme, température et résistivité (ou conductivité) de l'eau ont été poursuivis avec une périodicité mensuelle. Du fait de la baisse de pression en tête (normale pour une nappe captive), l'éventualité de devoir exploiter ce forage par

pompage, était mentionnée. En juin 1999, 6 ans après sa mise en service à fort débit, cette solution n'était pas envisagée.

En fait, le forage est "bridé" au débit maintenu constant de 22 m³/h. Lors de notre visite du 3 juin 1999, la température de l'eau était de 43,6°C et la conductivité de 881 µS/cm. Une forte odeur d'hydrogène sulfuré émanait du forage.

Cinq analyses de la source VIEILLE NORD (forage OB2) ont été effectuées en dates des 14/05/1985, 19/11/1985, 10/11/1988, 10/09/1991 et 02/06/1992.

L'eau est bactériologiquement potable.

La quasi-superposition des diagrammes traduit une bonne stabilité de la qualité physico-chimique de l'eau (annexes 2.5 : diagramme de Piper et 2.6 : diagrammes de Scholler-Berkaloff). On remarque cependant une augmentation de la température passant de 40°C en mai 1985, à une température de l'ordre de 44°C.

Les *eaux sont sulfurées sodiques et chlorurées* faiblement minéralisées, identiques à celles de la source VIEILLE. Le résidu sec est compris entre 500 et 560 mg/l, le pH est de 8,8, et la résistivité de 1290 ohms.cm. Elles sont riches en sodium (120 à 135 mg/l), en chlore (140 à 185 mg/l) et en silice (55 à 60 mg/l), éléments d'origine profonde, complétés en faible quantité par des éléments en trace comme les fluorures, le lithium et le strontium.

La demande d'autorisation de mise en service date du 19 février 1985. Elle inclut le passage des eaux dans un échangeur, pour les ramener à une température convenable pour les soins. Les calories récupérées devaient servir au chauffage de l'établissement.

L'autorisation d'exploiter le captage "VIEILLE NORD" aux Eaux-Bonnes comme eau minérale naturelle date du 28 janvier 1993, avec l'analyse de référence du 2 juin 1992 (annexe 2.1). Il a été autorisé pour une durée de 30 ans au débit maximal de 22 m³/h.

Il est indiqué de ne pas s'écarter de plus de 10 % de l'analyse physico-chimique (02/06/1992). Il est fait état de régulariser les anciens captages, de définir un protocole d'entretien des installations et de procéder à des contrôles réguliers des débits, des pressions et de la température de l'eau du forage. Il était signalé la nécessité de réaliser un assainissement du bourg, et de remplacer certaines canalisations dans l'établissement, ce qui a été fait. Le village des Eaux-Bonnes dispose depuis 1996 d'un réseau d'assainissement collectif.

6 - CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX

Les *eaux sulfurées mixtes, chlorurées sodiques et sulfatées calciques* de la station thermale des Eaux-Bonnes sont caractéristiques de la chaîne axiale pyrénéenne. Elles sont peu à faiblement minéralisées, le résidu sec est compris entre 500 et 609 mg/l. Ce sont des eaux alcalines (pH = 8,8), dont la température élevée (44°C) indique une circulation profonde en milieu réducteur.

La température des eaux varie de 12°C pour la source FROIDE à 32,5°C pour la source VIEILLE, et de plus de 44°C pour la source VIEILLE NORD ou TRESOR. Les eaux sont claires, limpides, onctueuses au toucher, leur odeur et leur saveur sont légèrement sulfurées. Le débit global des sources était limité, il atteignait 3,1 m³/h (soit 75 m³/j), celui du forage dépassait 34 m³/h à l'origine, il a été "bridé" à 22 m³/h.

Les diagrammes de la figure 9 et de l'annexe 2.5 montrent que les eaux du forage VIEILLE NORD ou TRESOR sont strictement identiques à celles de la source VIEILLE. Les résultats des analyses des différentes sources sont récapitulés en *annexe 2.2*.

Les propriétés chimiques des eaux sont différentes pour chacune des sources. Les mesures effectuées in-situ par REZA M et GHAFOURI H. en 1968 sont récapitulées ci-après :

Source	Temp. °C	pH	Conduct. µS/cm	Débit l/h	Captage et lieu de prélèvement
VIEILLE	32	7.6	784	396	bassin, buvette
FROIDE	15	7.6	709	756	galerie L = 6 m, buvette
ORTEIG	22	7.5	855	828	galerie L = 8 m, buvette

Tableau 3 : Mesures sur les sources des EAUX-BONNES effectuées en 1968

En plus des sulfures abondants (0,233 mMoles/l), ces eaux sont riches en sodium, en chlore (jusqu'à 30 % de la minéralisation totale), en fluor (3 à 4 mg/l), en iode et en silice (55 à 60 mg/l), éléments d'origine profonde.

Les chlorures et les sulfates pouvant provenir de la couverture triasique expliquent l'origine mixte de ces eaux. Il s'en suit une plus forte minéralisation. L. de LAUNAY attribue la présence de chlorures et de sulfates au voisinage d'un petit bassin triasique au Col de Lurdé, au sud des Eaux-Bonnes.

D'autres oligo-éléments et éléments en traces existent comme le lithium, le strontium, le phosphore, l'arsenic, le fer, le zinc et le cuivre. Les gaz qui se dégagent contiennent 98,2 % d'azote, et 1,8 % de gaz rares : argon et hélium. La radioactivité est très faible comme l'indiquent les résultats des analyses effectuées en juin 1992 (*tableau 4*). La composition des eaux est stable (dans le temps et dans l'espace), ce qui permet leur conservation et leur transport. *La qualité bactériologique de l'eau est toujours excellente.*

Source	Unité	VIEILLE NORD (ou TRESOR)	VIEILLE	FROIDE
Activité volumique bêta totale	mBq/l	< 250	< 250	< 250
Radium 226	mBq/l	< 100	< 100	< 100
Uranium naturel	µg/l	< 1	< 1	< 1
Thorium	µg/l	< 10	< 10	< 10
Potassium	mg/l	4,4	4,1	3,2

Bq = Becquerel

Tableau 4 : Analyses radioactinologiques des EAUX-BONNES
Prélèvements à l'émergence en date du 2 juin 1992

Les températures élevées, la faible minéralisation (< 600 mg/l) et la présence de silice et de sulfures sont des indicateurs de circulations profondes pendant plusieurs centaines d'années, en milieu réducteur.

La superposition des terrains secondaires sur les formations primaires confère à l'eau de cette région un caractère chimique particulier : les sulfures y sont moins abondants que dans les autres eaux à caractère sulfuré sodique de la chaîne des Pyrénées, mais les chlorures et les sulfates sont largement mieux représentés : apports résultants de la traversée des terrains secondaires triasiques ou crétacés dans lesquels ces eaux se refroidissent.

7 - CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE :

7.1. Contexte géologique et structural :

La station des Eaux-Bonnes est localisée sur la bordure d'un lambeau de terrains crétacés, à l'extrémité de la zone axiale des Pyrénées. Toutefois, on ne retrouve pas le granite paléozoïque comme au Sud des Eaux-Chaudes, autre station située à 4,5 km au Sud-Ouest. Les eaux émergent en un point bas de la vallée du Valentin et de la gorge de la Sourde, après une ascension au contact des terrains primaires et secondaires.

Le contexte géologique situe les émergences des Eaux-Bonnes dans les affleurements de calcaires du Turonien-Coniacien, très redressés et fracturés (pendages de 60 à 70° vers le Nord), en bordure des terrains primaires du Dévonien (schiste, grès et calcaire) métamorphisés et minéralisés à la périphérie du granite des Eaux-Chaudes.

La carte géologique et la coupe correspondante extraites de l'étude du synclinal des Eaux-Chaudes de Y. TERNET en 1965, et la coupe schématique interprétative reprise par G. FENEYROU en 1989 sont reproduites sur les *figures 10, 11 et 12*.

Dans la zone axiale pyrénéenne (FNPa), les eaux, qui proviennent probablement des calcaires du Dévonien, remontent à la surface au droit du flanc nord du pli anticlinal faillé des Eaux-Bonnes, à travers les calcaires du Crétacé supérieur. Les sources thermales des Eaux-Bonnes sourdent en se refroidissant des calcaires et calcaires dolomitiques du Coniacien avec des températures comprises entre 12 et 35°C.

7.2. Contexte hydrogéologique :

La réalisation du forage SOURCE VIEILLE NORD (Trésor) a montré des eaux plus chaudes (jusqu'à 43,6 °C) à la profondeur de 100 m, dans les formations calcaires dolomitiques et fissurées du Coniacien. Contrairement à ce qui est indiqué sur la coupe de G. FENEYROU (*figure 12*) les calcaires sous-jacents du Dévonien n'auraient pas été atteints, mais constitueraient en fait le véritable aquifère thermal. Les caractéristiques physico-chimiques et la température élevée militent pour une origine profonde des eaux. Il serait intéressant de rechercher par forage le réservoir Dévonien.

L'alimentation du réservoir est encore mal connue. La zone d'infiltration serait située au Sud, dans la zone axiale (granite de la zone axiale) : elle serait directe à partir des affleurements de la partie haute des terrains primaires, et indirecte à partir des terrains calcaires du secondaire.

L'infiltration des pluies et de la neige au droit des affleurements primaires au Sud des Eaux-Bonnes entre le Pic de Gourzy (1650 m) et la petite Arcizette (2293 m) permettent de supposer que l'écoulement des eaux en direction des Eaux-Bonnes bénéficie des pendages vers le Nord des formations. La remontée des eaux est également favorisée par l'accident du Valentin au Sud des Eaux-Bonnes, dans la vallée. L'altitude des émergences est comprise entre 710 et 750 m. Les circulations s'effectuent au travers des nombreuses fissures, et des cassures qui affectent les calcaires du Coniacien.

La minéralisation est acquise au cours des longs cheminements de l'eau au travers des calcaires. Des datations au Carbone 14 ainsi que des calculs d'équilibre chimique des eaux pourraient permettre de mieux préciser leur âge et leur origine.

Les différentes températures observées aux émergences peuvent s'expliquer par des vitesses de remontée plus ou moins rapides, avec des refroidissements en surface résultant de la traversée des eaux dans les formations calcaires.

8 - ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX ET VULNERABILITE

Concernant la source FROIDE utilisée pour la buvette, il est important de continuer à procéder à l'amélioration des conditions de captage dans la galerie, et d'aménager l'environnement dans le secteur situé immédiatement en amont du pavillon.

Outre les grillages à mettre, les vitres à remplacer sur les fenêtres du pavillon, les conditions de protection de l'eau avant transfert à l'Etablissement Thermal sont à parfaire. A l'extérieur, il faudrait instaurer une protection clôturée et grillagée selon une extension qui va sans doute déborder sur le chemin dit "de Promenade" qu'il conviendra localement de dévier.

Le forage source VIEILLE NORD (ou TRESOR) est implanté dans la cour intérieure de l'établissement thermal dont la commune des Eaux-Bonnes est propriétaire : parcelle 135, section AN du cadastre. Cette cour était légèrement surélevée par rapport au terrain naturel, ce qui constituait une protection contre les pollutions superficielles.

En 1989, il était proposé un périmètre sanitaire d'urgence constitué par une clôture de section carrée de 3 m de côté autour du captage.

Le forage d'exploitation s'est ensuite retrouvé intégré en 1993 à la structure bâtie de l'extension vers le Nord de l'établissement thermal : partie piscine, dans des conditions de protection qui se trouvent être satisfaisantes.

Le forage a été cimenté sous pression sur les 50 premiers mètres de façon à l'isoler de possibles infiltrations latérales. Avec les installations de surface en place, il est possible de contrôler les débits (compteur volumétrique et bac taré voisin de 1 m³), la pression (manomètre sur la tête du forage) et la température. Le robinet de prise permet d'effectuer des prélèvements d'eau pour analyses et des mesures in-situ.

9 - RECOMMANDATIONS :

Du point de vue administratif, suite à la réunion du 29 octobre 1998 avec la DRIRE et la DDASS, **des mesures de régularisation à accomplir** ont été préconisées. Elles portent notamment :

- * sur la décision opportune d'abandon des sources dont l'exploitation a effectivement cessé,
- * sur l'abandon de la source VIEILLE en buvette et son remplacement par un piquage sur le forage de la source VIEILLE NORD ou TRESOR,
- * sur les conditions d'exploitation en buvette, de réaménagement, de protection et de transport à distance de la source FROIDE.

A la décision d'abandon des sources anciennes se superposent **la définition des conditions d'obturation éventuelle des sources, de protection optimale des griffons et de destruction des superstructures désormais inutiles** (bassins, conduites, accès, etc...).

Il s'agira ensuite de définir les modalités d'évacuation et de chenalisation des eaux non utilisées, et de réfection de l'aire d'émergence somme toute limitée en superficie pour les sources situées dans la cour de l'établissement.

Le principe d'une "mise à nu" de l'affleurement calcaire par destruction de la dalle et des différents bassins, et le dégagement de l'ensemble des griffons pourrait être retenu en préalable à la définition des aménagements de surface à instaurer.

Ces aménagements devront intégrer les possibilités d'effectuer des mesures de débit, de température, de conductivité et des prélèvements sur chaque griffon, sans aucun mélange.

La protection globale en surface pourrait ensuite être :

- celle d'un toit à situer au-dessus de cette aire d'émergence, de façon à éviter les pluies, neige, et le ruissellement éventuel sur la paroi rocheuse,
- et la dérivation de l'ensemble de ces eaux superficielles et minérales vers le réseau pluvial..

La mise en place d'une clôture grillagée en amont de la source FROIDE serait une protection en surface.

En plus, des analyses périodiques de contrôle effectuées par la DDASS (*annexe 2.3 et 2.4*), *une analyse complète des caractéristiques physico-chimiques des eaux qui sont actuellement exploitées est à instaurer au moins une fois tous les deux ans.*

Concernant le suivi et la gestion de l'exploitation de la ressource, les mesures in-situ de pression, du débit d'artésianisme jaillissant et de volumes produits (au compteur), de la température et de la conductivité de l'eau sont à enregistrer et à consigner sur un tableau avec une périodicité mensuelle, reprenant les mesures de la DDASS lorsqu'elles sont effectuées.

C'est à partir de ces mesures régulières que les évolutions seront le mieux visualisées, et c'est en particulier sur ces bases qu'*une réflexion pourrait être menée sur l'opportunité de réduire le débit d'artésianisme du forage en dehors des périodes d'ouverture de la station.*

En matière de développement, l'accent de la station thermale des Eaux-Bonnes devrait être mis sur les volumes disponibles très importants, liés au débit artésien jaillissant exceptionnel du forage, encore supérieur à 22 m³/h, sur la température élevée de l'eau à plus de 44°C, sur sa spécificité avec notamment des éléments sulfurés et sur la qualité de la ressource en eau captée en profondeur, à l'abri des pollutions.

Ces propriétés d'une ressource en eau minérale et thermique "importante en débit et bien protégée" couplées aux bienfaits de ces eaux pour les indications thérapeutiques et la situation en altitude de cette station, devraient faire l'objet d'une publicité "dynamique".

Liste des tableaux

Tableau 1 : Statistiques des eaux minérales des EAUX-BONNES en 1961

Tableau 2 : Mesures effectuées pendant la foration du sondage OB1 en octobre 1984

Tableau 3 : Mesures sur les sources des EAUX-BONNES effectuées en 1968

Tableau 4 : Analyses radioactinologiques des EAUX-BONNES
Prélèvements à l'émergence en date du 2 juin 1992

Liste des annexes

ANNEXE 1 - *Liste et présentation des figures*

ANNEXE 2 - *Résultats des analyses d'eau*

ANNEXE 3 - *Planches photographiques*

ANNEXE 1

Liste et présentation des figures

- Figure 1** - Station thermale des EAUX-BONNES : situation de la ville et de l'Etablissement Thermal. Extrait de carte à 1/25 000 feuille n° 15477 Est de Laruns.
- Figure 2** - Plan d'implantation des sources, du sondage OB1 et du forage OB2 de la station thermale des EAUX-BONNES
- Figure 3** - Localisation des sources thermominérales de l'Etablissement Thermal des EAUX-BONNES
3 a : Ancien plan de situation des sources, n°BSS, et coupe des bassins
3 b : Plan de situation plus récent du bâtiment et des sources
- Figure 4** - Extrait du plan cadastral des EAUX-BONNES avec la situation des captages et des sondages
- Figure 5** - Ancienne étiquette de l'eau minérale naturelle embouteillée à la source VIEILLE
- Figure 6** - Coupe géologique et coupe technique du sondage de reconnaissance OB1 - rebouché (G. FENEYROU, 1984)
- Figure 7** - Coupe géologique et technique du forage d'exploitation OB2 dit "Source VIEILLE NORD ou TRESOR"
- Figure 8** - Résultats des essais de pompages par paliers sur le forage OB2 (Essais du 7 décembre 1988)
- Figure 9** - Diagrammes comparatifs des eaux du forage OB2 et de la source VIEILLE
- Figure 10** - Extrait de la carte géologique du secteur des EAUX-BONNES
- Figure 11** - Coupe géologique structurale (d'après Y. TERNET, 1965)
- Figure 12** - Coupe géologique schématique (d'après G. FENEYROU, 1989)
- Figure 13** - Carte géologique simplifiée

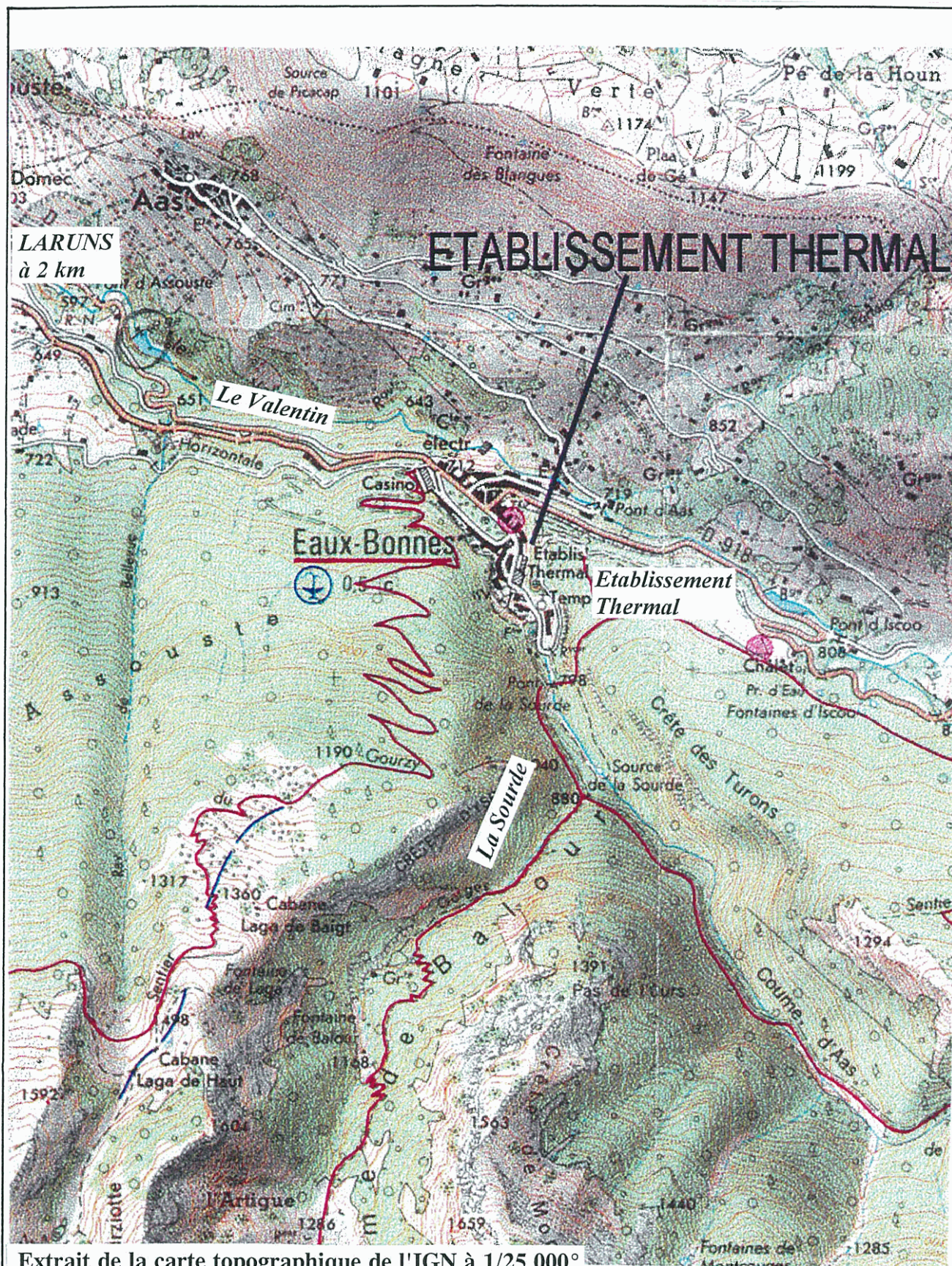


Fig. 1 - Station thermale des EAUX-BONNES
situation de la ville et de l'Etablissement thermal

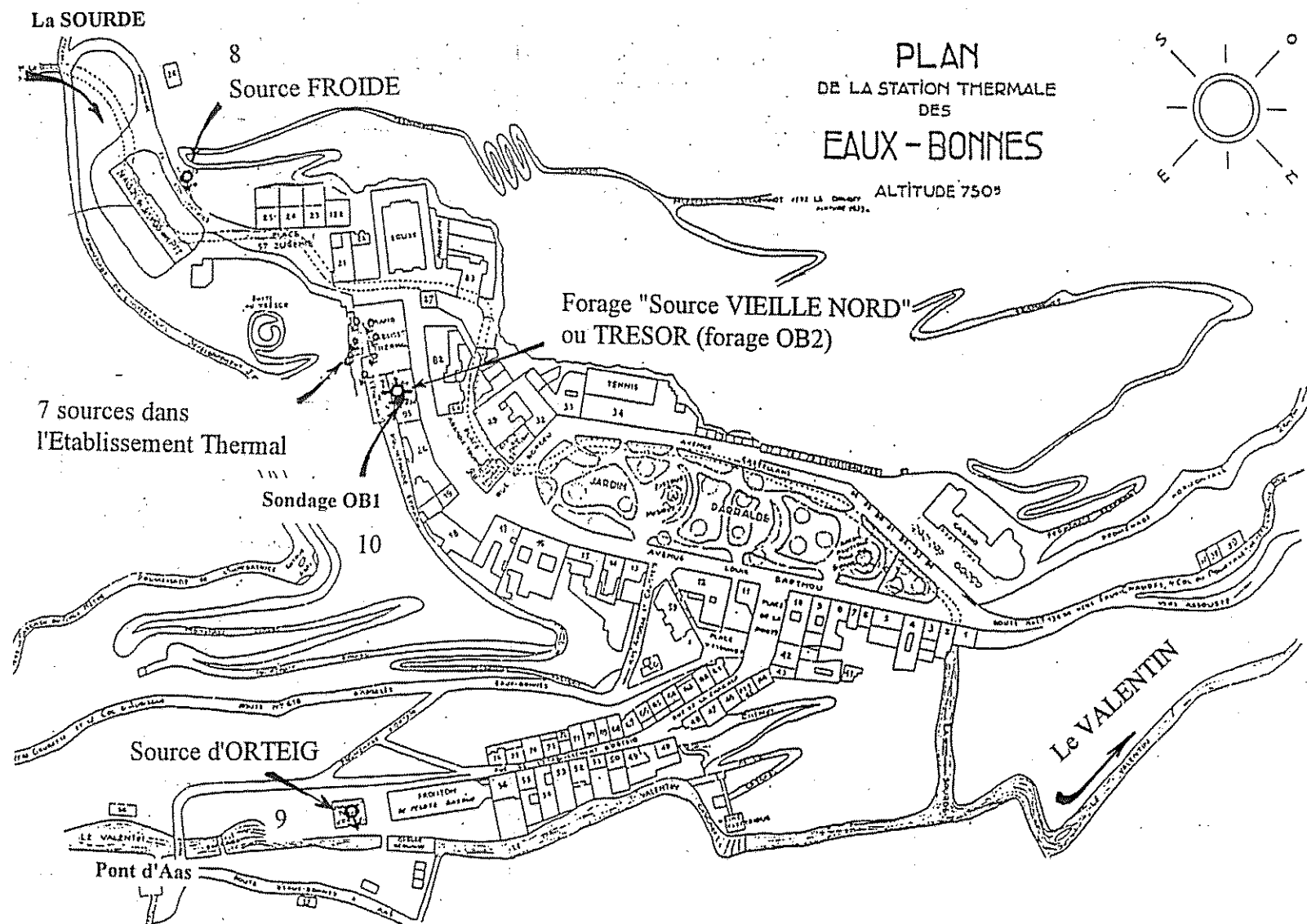
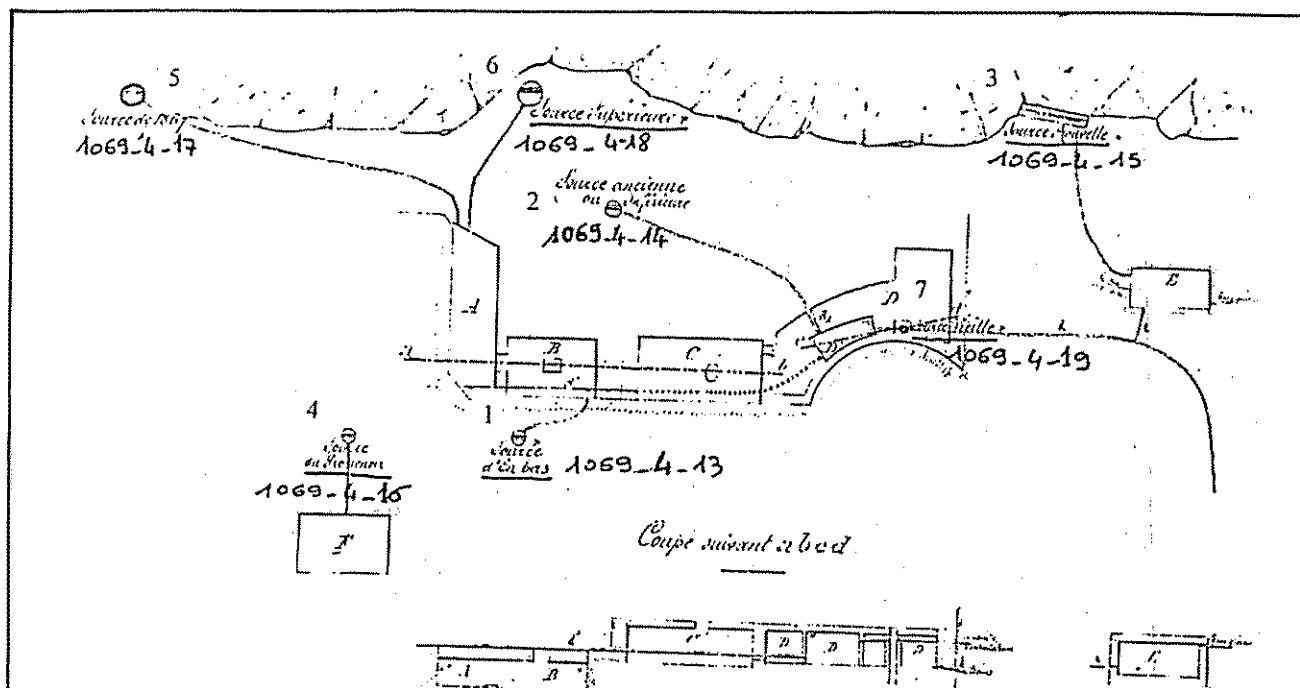
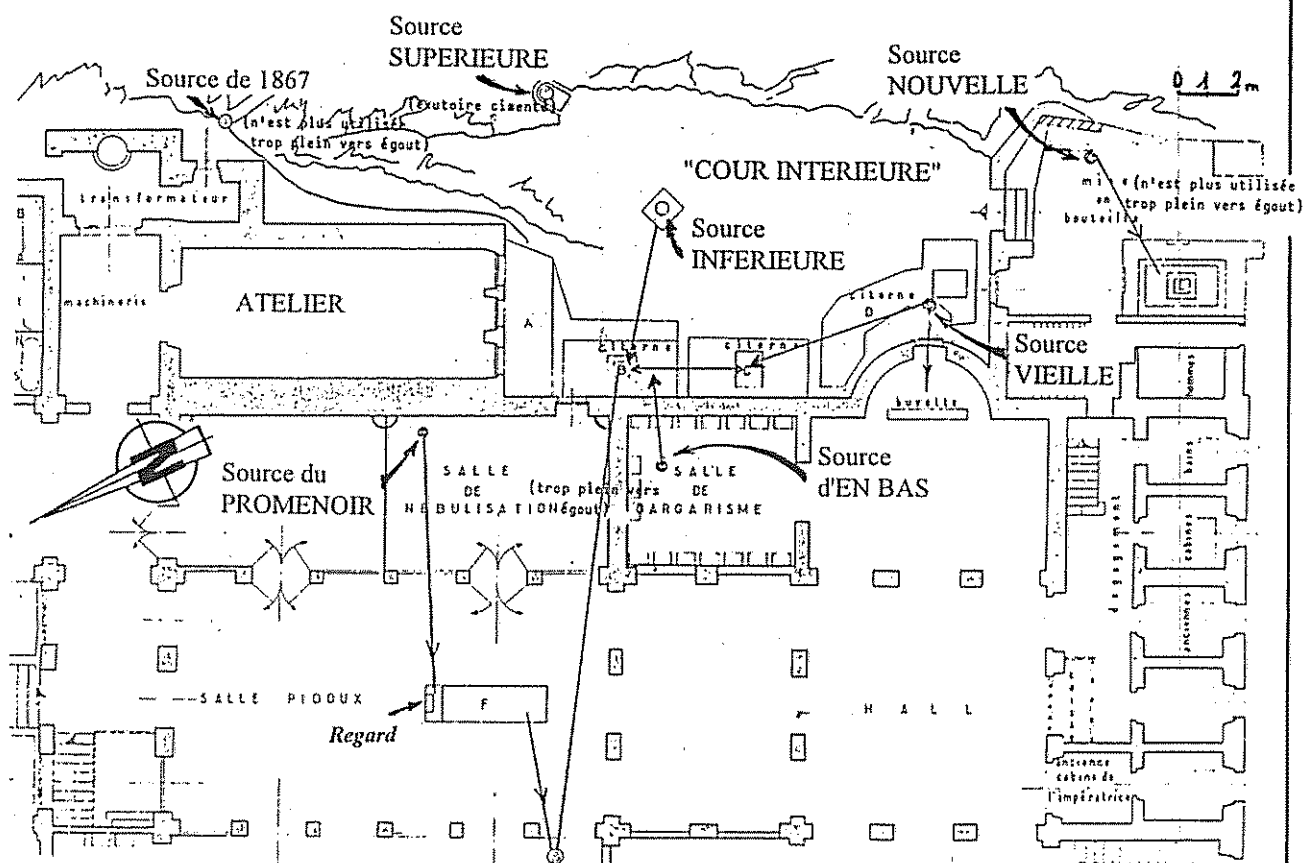


Fig. 2 - Plan d'implantation des sources, du sondage OB1 et du forage OB2 de la station thermique des EAUX-BONNES



3 a : Ancien plan de situation des sources, n°BSS, et coupe des bassins



3 b : Plan de situation plus récent du bâtiment et des sources

Fig. 3 - Localisation des sources thermoniminérales de l'Etablissement thermal des EAUX-BONNES

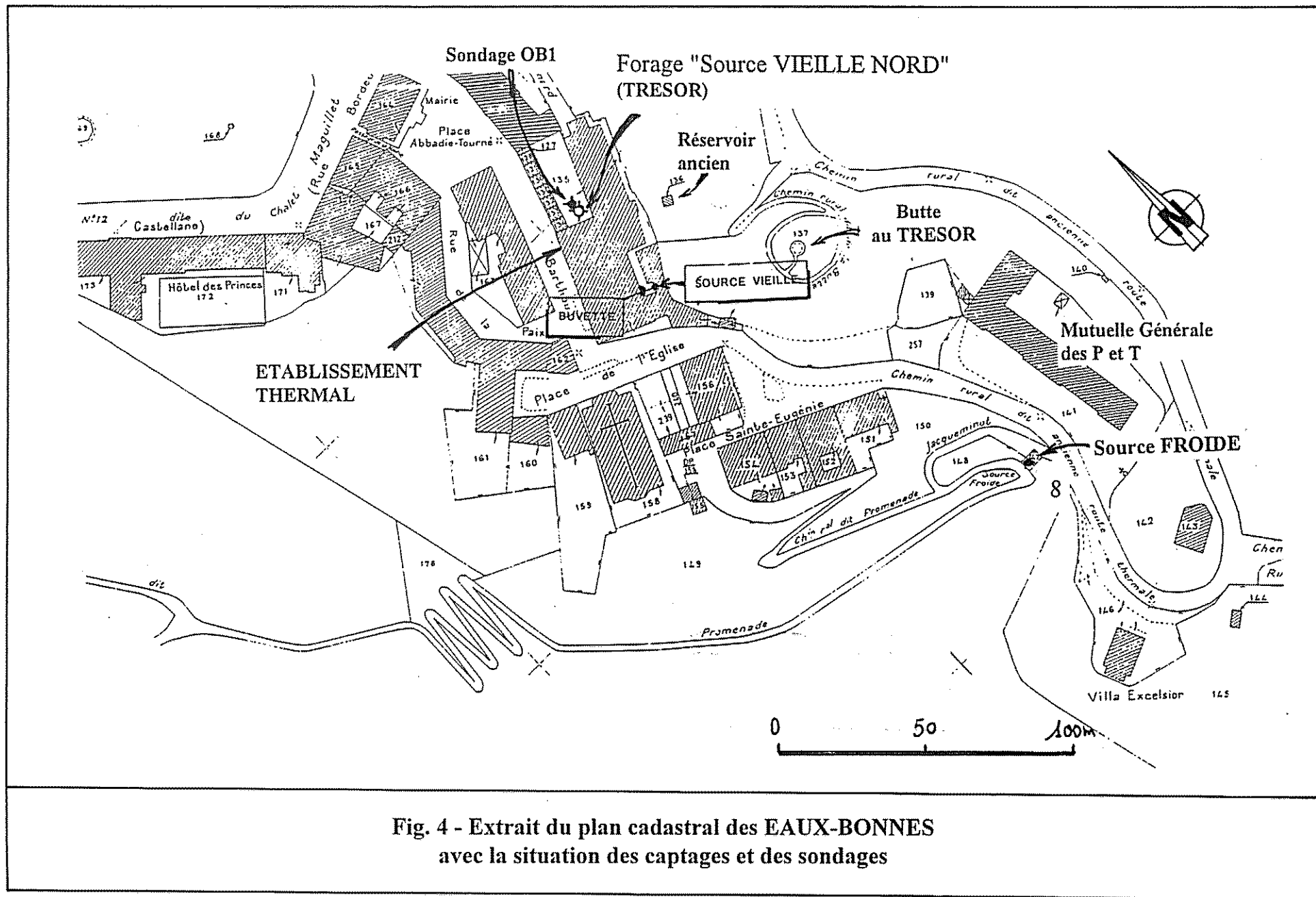


Fig. 4 - Extrait du plan cadastral des EAUX-BONNES
 avec la situation des captages et des sondages

INDICATIONS Cette eau, suivant les termes mêmes du Prof. Landouzy, est une « véritable huile de foie de morue de la nature ». Elle est efficace dans les cas suivants : Chez l'enfant : lymphatisme, anémie, chlorose, ganglions trachéo-bronchiques, suites de rougeole, bronchite, bronco-pneumonie, coryzas récidivants, toux tenaces, végétations adénoïdes, angines à répétition, hypertrophie des amygdales, oxycure. Chez l'adulte : catarrhes du nez, de la gorge, des bronches; pharyngo-laryngites, emphysema; asthme humide, fragilité bronchique et pulmonaire; suites de grippe, pneumonie, etc... Les doses moyennes sont : enfants, quart de verre ou demi-verre suivant l'âge; adultes, demi-verre ou verre. — A prendre le matin à jeun et le soir en se couchant, soit pure tiédie au bain-marie, soit dans du lait chaud, soit dans une infusion.	EAU MINÉRALE NATURELLE SULFURÉE SODIQUE et CALCIQUE DES EAUX-BONNES (Basses-Pyrénées) POUR LA CURE A DOMICILE : S'adresser soit à l'Établissement Thermal, soit 11, Rue de Madrid - PARIS 8^e SOURCE VIEILLE Température 32° 75 centigrades <i>Déclarée d'utilité publique en 1866 — Autorisation Ministérielle du 1^{er} Sept. 1880</i> Remarquable par sa richesse en métaux variés, l'Eau Minérale Naturelle de la Source Vieille, conserve toute son efficacité après la mise en bouteilles Établissement Thermal ouvert du 1^{er} Juin au 30 Septembre Adresser les Commandes au Siège de la Société Hydrominérale des Basses-Pyrénées, 11, Rue de Madrid, Paris 18^e ou à l'Établissement Hydrominéral des Eaux-Bonnes.	COMPOSITION CHIMIQUE <table> <tr><td>Sulfure de Sodium.....</td><td>0.0214</td></tr> <tr><td>» de Calcium.....</td><td>0.0172</td></tr> <tr><td>Sulfate de Soude.....</td><td>0.2640</td></tr> <tr><td>Sulfate de Chaux.....</td><td>0.1644</td></tr> <tr><td>Chlorure de Sodium...</td><td>0.2640</td></tr> <tr><td>Iode.....</td><td>0.0007</td></tr> <tr><td>Arsenic.....</td><td>0.0001</td></tr> <tr><td>Fer.....</td><td>0.0002</td></tr> <tr><td>Manganèse.....</td><td>0.0001</td></tr> <tr><td>Zinc.....</td><td>0.0003</td></tr> <tr><td>Cuivre.....</td><td>0.0002</td></tr> <tr><td>Plomb.....</td><td>0.0002</td></tr> <tr><td>Sodium.....</td><td>0.1295</td></tr> <tr><td>Potassium.....</td><td>0.0063</td></tr> <tr><td>Magnésium.....</td><td>0.00026</td></tr> <tr><td>Lithium.....</td><td>0.0086</td></tr> <tr><td>Ang., Or, Étain, Baryum.</td><td>Traces</td></tr> <tr><td>Ammoniaque.....</td><td>0.0003</td></tr> </table> GAZ : Azote, Argon, Hélium, Néon Radio-activité : 0.66	Sulfure de Sodium.....	0.0214	» de Calcium.....	0.0172	Sulfate de Soude.....	0.2640	Sulfate de Chaux.....	0.1644	Chlorure de Sodium...	0.2640	Iode.....	0.0007	Arsenic.....	0.0001	Fer.....	0.0002	Manganèse.....	0.0001	Zinc.....	0.0003	Cuivre.....	0.0002	Plomb.....	0.0002	Sodium.....	0.1295	Potassium.....	0.0063	Magnésium.....	0.00026	Lithium.....	0.0086	Ang., Or, Étain, Baryum.	Traces	Ammoniaque.....	0.0003
Sulfure de Sodium.....	0.0214																																					
» de Calcium.....	0.0172																																					
Sulfate de Soude.....	0.2640																																					
Sulfate de Chaux.....	0.1644																																					
Chlorure de Sodium...	0.2640																																					
Iode.....	0.0007																																					
Arsenic.....	0.0001																																					
Fer.....	0.0002																																					
Manganèse.....	0.0001																																					
Zinc.....	0.0003																																					
Cuivre.....	0.0002																																					
Plomb.....	0.0002																																					
Sodium.....	0.1295																																					
Potassium.....	0.0063																																					
Magnésium.....	0.00026																																					
Lithium.....	0.0086																																					
Ang., Or, Étain, Baryum.	Traces																																					
Ammoniaque.....	0.0003																																					

Fig. 5 - Ancienne étiquette de l'eau minérale naturelle embouteillée à la source VIEILLE

Sondage OB1
BSS : 1069.4X.0041

Commune des EAUX-BONNES
Recherches d'eaux thermo-minérales

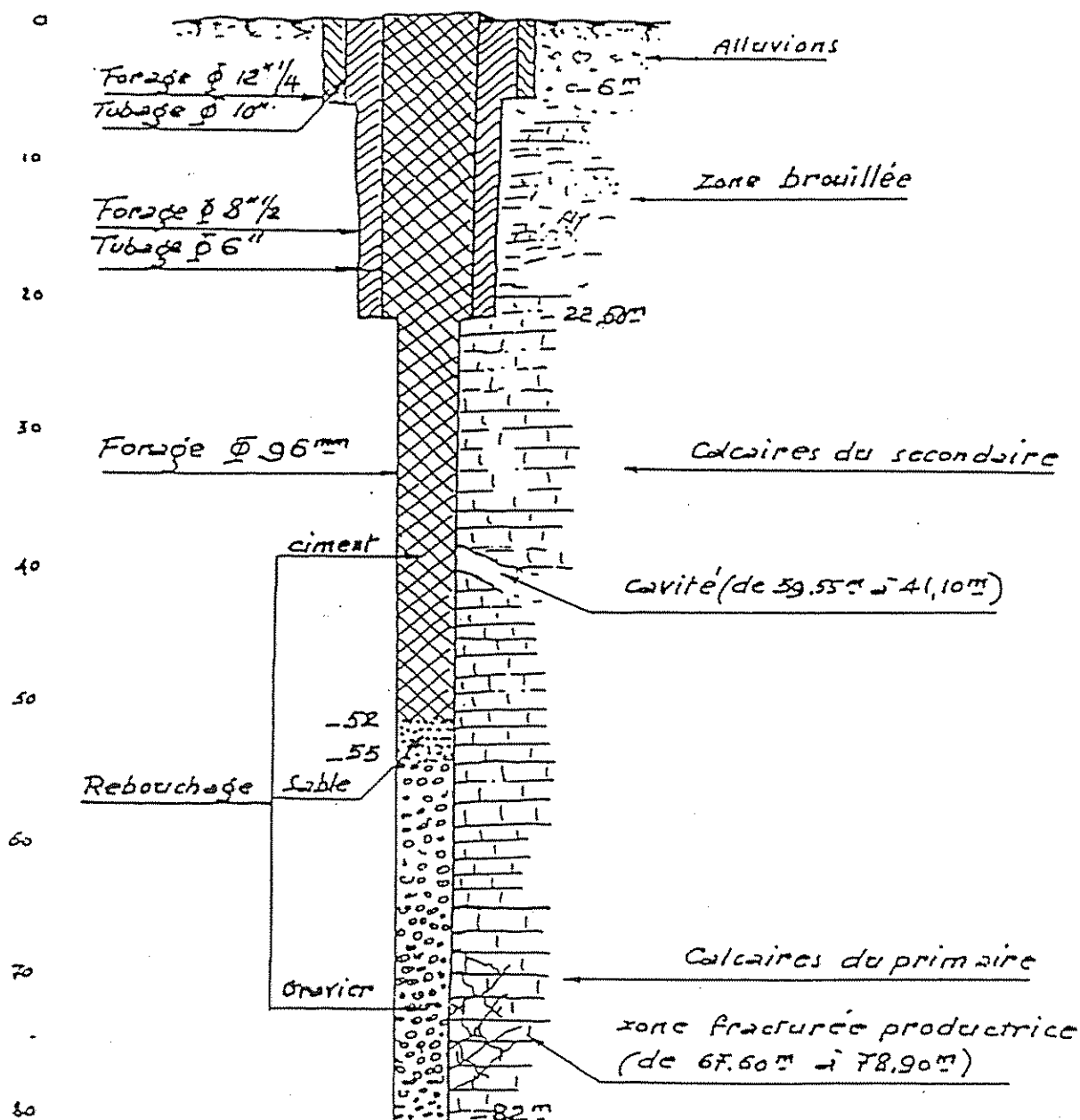


Fig. 6 - Coupe géologique et coupe technique du sondage de reconnaissance OB1 - rebouché (G. FENEYROU, 1984)

Département : PYRENEES-ATLANTIQUES

N° classement : 1069-4X-0042

Commune : EAUX-BONNES

FORAGE SOURCE VIEILLE NORD (TRESOR)

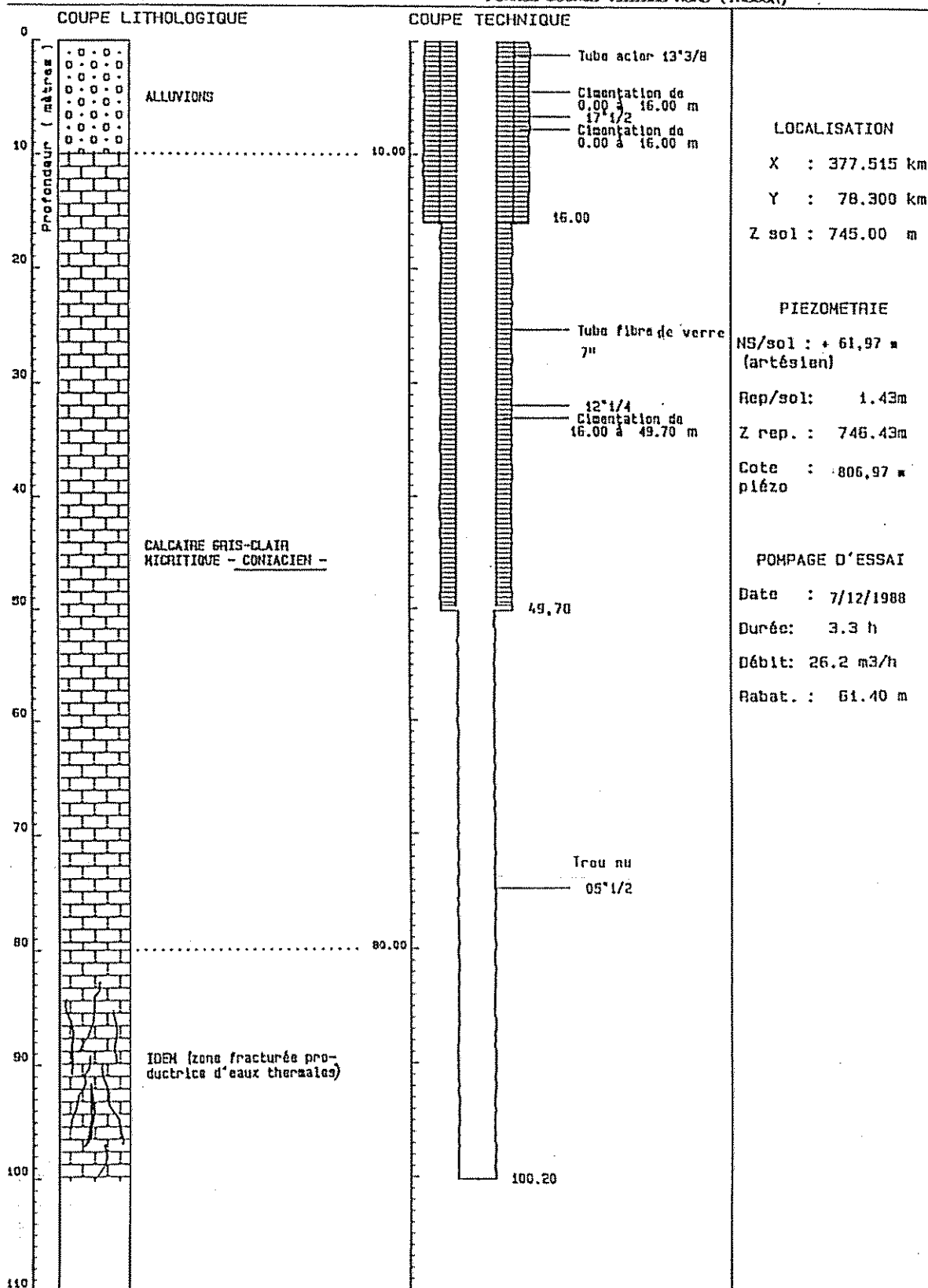


Fig. 7 - Coupe géologique et technique du forage d'exploitation OB2 dit "Source VIEILLE NORD ou TRESOR"

IDENTIFICATION DU POMPAGE

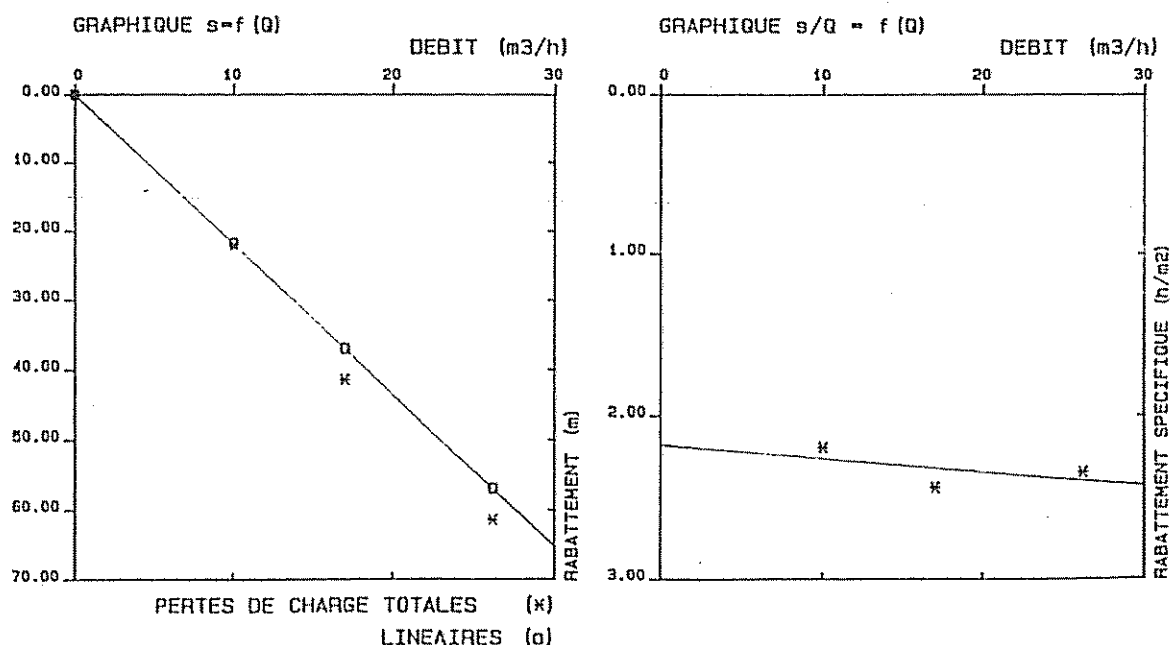
Département : PYRENEES-ATLANTIQUES	N° classement : 1069-4-42
Commune : EAUX-BONNES	
Date du pompage : 07/12/88	Niveau initial: + 61,97 m/so

DESCRIPTION DU POMPAGE

PALIER	DUREE DU POMPAGE (minutes)	DEBIT MOYEN (m3/h)	RABATTEMENT FINAL (m)	RABATTEMENT SPECIFIQUE
n° 1	120	10.0	21.90	2.190
n° 2	180	17.0	41.40	2.435
n° 3	195	26.2	61.40	2.344
n° 4				
n° 5				
n° 6				

CALCUL DES PERTES DE CHARGE

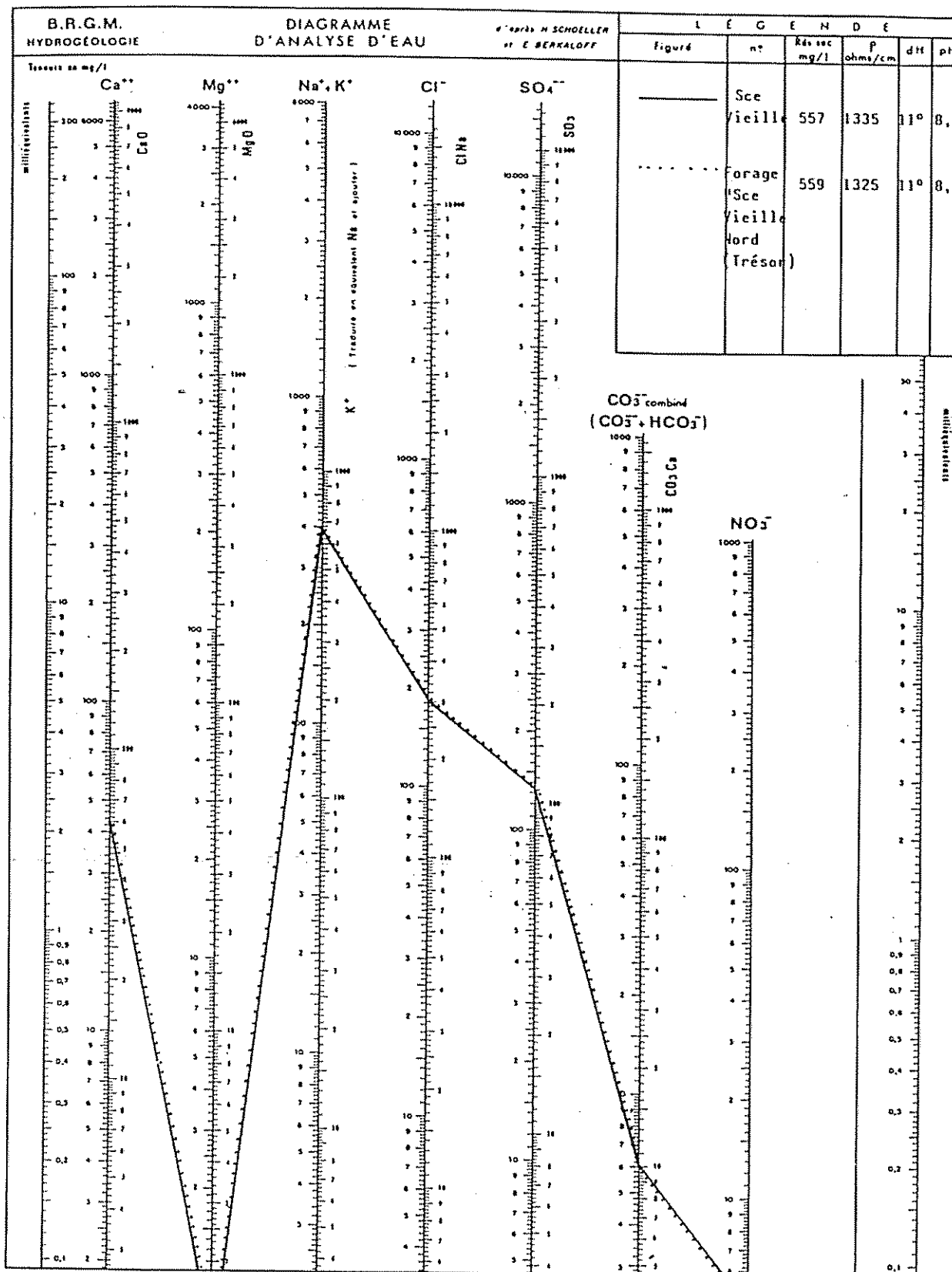
Courbe caractéristique $s = bQ + cQ^2$		
- perte de charge linéaires	: $b = 2.17$	$h/m^2 = 7.82 \cdot 10^3 \text{ s/m}^2$
- pertes de charge quadratiques	: $c = 8.48 \cdot 10^{-3}$	$h^2/m^5 = 1.10 \cdot 10^5 \text{ s}^2/m^5$



B.R.G.M AQUITAINE

Logiciel BRGM

**Fig. 8 - Résultats des essais de pompages par paliers sur le forage OB2
(Essais du 7 décembre 1988)**



**Fig. 9 - Diagrammes comparatifs des eaux du forage OB2
et de la source VIEILLE**

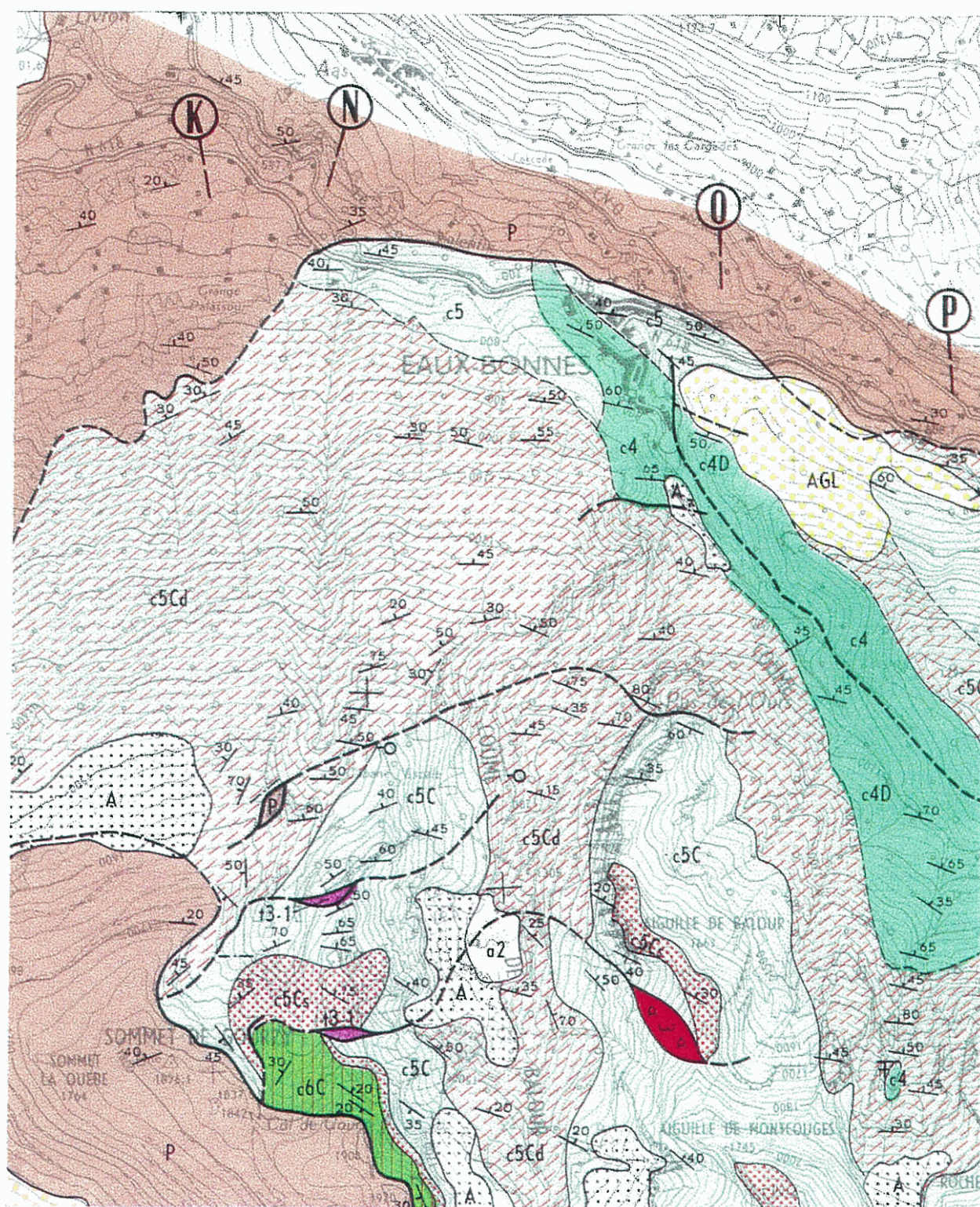
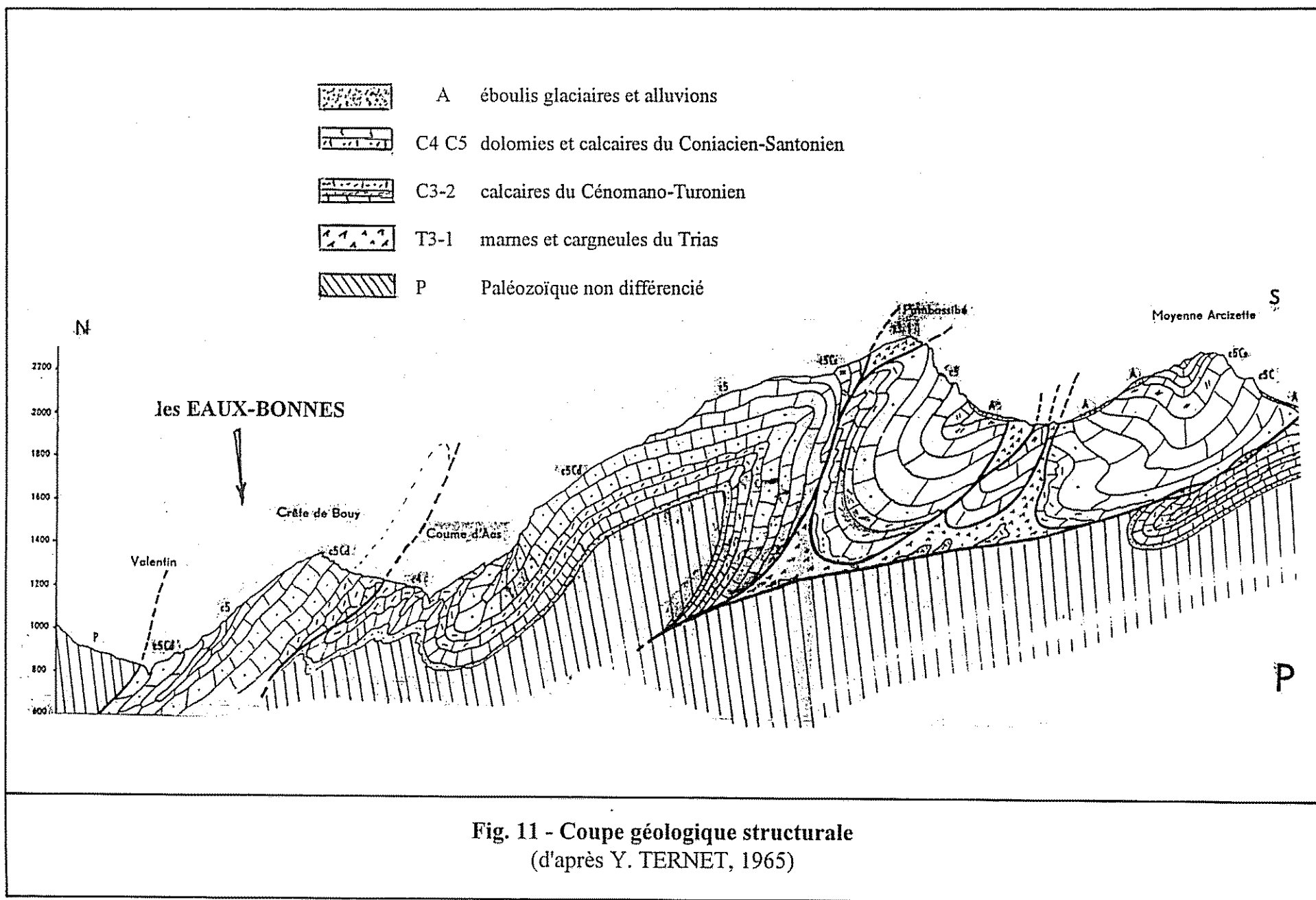


Fig. 10 - Extrait de la carte géologique du secteur des EAUX-BONNES



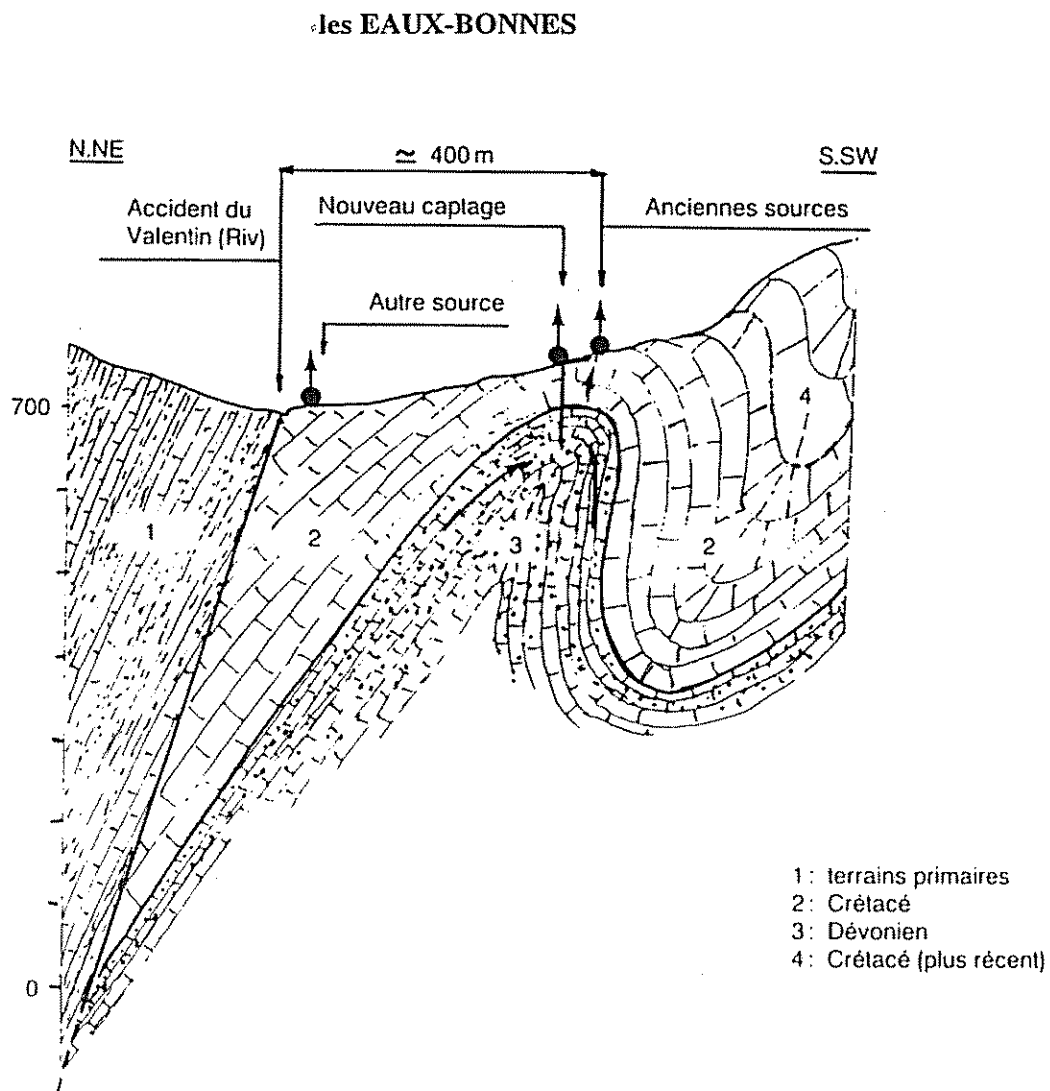


Fig. 12 - Coupe géologique schématique
(d'après G. FENEYROU, 1989)

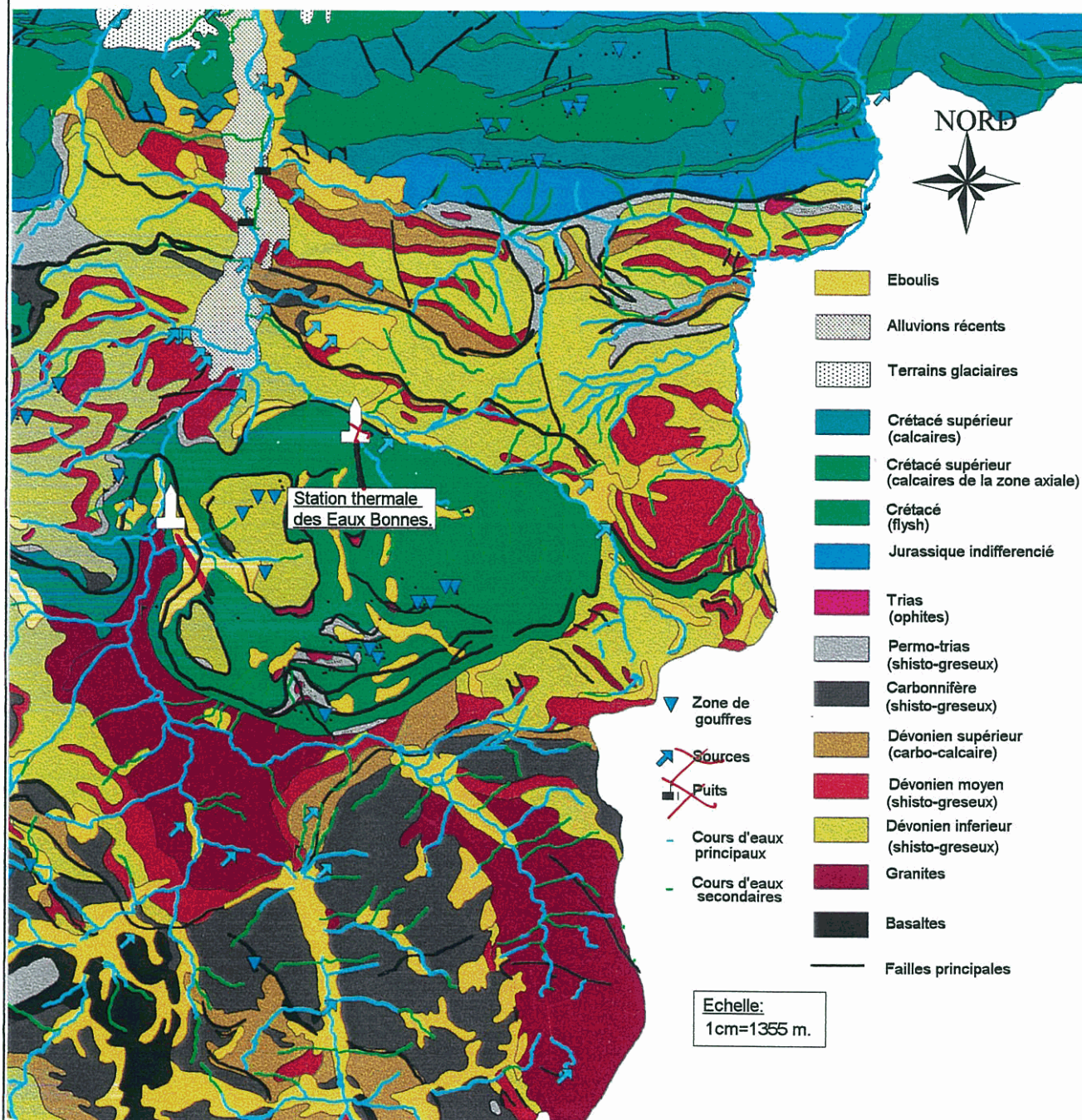


Fig. 13 - Carte géologique simplifié

ANNEXE 2

Résultats des analyses d'eau

Annexe 2.1 - Analyse de référence du 2 juin 1992 sur la source VIEILLE-NORD

Annexe 2.2 - Récapitulatif des analyses portant sur les différentes sources

Annexes 2.3 et 2.4 - Examens de surveillance en date du 28.09.1998 : source VIEILLE NORD et source FROIDE

Annexe 2.5 – Diagramme de Piper : "Les Eaux Bonnes"

Annexe 2.6 – Diagramme d'analyses d'eau "Schoeller-Berkaloff"

Sources des Eaux-Bonnes (64)		Vieille-Nord	
Lieu de prélèvement		émergence	
Date du prélèvement du L.N.S.		2/6/92	
Température en °C		43,6	
pH		8,60	
Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C		736	
Alcalinité en ml N/10		6,4	
Sulfuration totale en mMole/l		0,233	
SiO ₂ en mg/l		55,9	
CO ₂ libre en mg/l		< 20	
H ₂ S dissous en mg/l		0,11	
Résidu sec à 180°C en mg/l		524,0	
Résidu sulfaté en mg/l		579	
<i>Anions en mg/l</i>		<i>mg/l</i>	<i>meq/l</i>
HS-	Sulphydrique	7,60	0,230
S ₂ O ₃ -	Thiosulfates	< 0,5	
SO ₄ --	Sulfates	104	2,165
OH-	Hydroxydes	0,25	0,015
CO ₃ -	Carbonates	0,44	0,015
HCO ₃ -	Hydrogénocarbonates	17,8	0,291
H ₃ SiO ₄	Silicates	8,53	0,090
Cl-	Chlorures	152,5	4,302
NO ₃ -	Nitrates	< 1	
NO ₂ -	Nitrites	0,01	0,000
F-	Fluorures	4	0,211
PO ₄ ---	Phosphates	< 0,1	
<i>Total anions</i>			<i>7,318</i>
<i>Cations en mg/l</i>			
Ca++	Calcium	39,2	1,956
Mg++	Magnésium	0,2	0,016
K+	Potassium	3,8	0,097
Na+	Sodium	123,5	5,370
Li+	Lithium	0,3	0,043
Fe++	Fer	< 0,005	
Mn++	Manganèse	0,001	0,000
Sr++	Strontium	0,4	0,009
<i>Total cations</i>			<i>7,492</i>
<i>Eléments traces en $\mu\text{g}/\text{l}$</i>			
As	Arsenic	< 5	
B	Bore	320	
Cd	Cadmium	< 1	
Cr	Chrome	< 1	
Cu	Cuivre	< 5	
Pb	Plomb	1	
Zn	Zinc	15	

Analyse de référence du 2 juin 1992 sur la source VIEILLE-NORD

Les EAUX-BONNES - Physico-chimie des eaux

n°	Dénomination	N° BSS	Laboratoire	Anal. réf.	Date pht.	T (°C)	pH	Cond. (µS/cm)	RS (mg/l)	TH (°F)	CO2 libre (mg/l)	O2 diss. (mg/l)	Sulfures (mg/l)	SH2 (mg/l)	Autres éléments	Gaz
1	Source d'EN BAS	1069.4X.0013	LNEHT	+	17.01.1962	30	-	802	606	-	-	-	-	-	-	
3	Source NEUVE	1069.4X.0015	LNEHT	+	17.01.1962	28,3	-	857	609	-	-	-	-	-	-	
4	Source du PROMENOIR	1069.4X.0016	LNEHT	+	17.01.1962	30	-	862	596	-	-	-	-	-	-	
5	Source du ROCHER	1069.4X.0017	LNEHT	+	17.01.1962	-	-	843	594	-	-	-	-	-	-	
7	Source VIEILLE émergence buvette	1069.4X.0019 1069.4X.0019 1069.4X.0019 1069.4X.0019	* LH BDX II LH BDX II L.N.S.	+ + + +	10.05.1980 14.05.1985 19.11.1985 03.06.1992	31 33,2 34,3 31,9	8,7 8,85 8,85 8,8	810 749,1 757,6 706	577,6 - 551,5 501	- 11 11 -	- <0,5 <0,5 <20	0 <0,5 <0,5 -	16,8 6,3 8,95 7,58	- 1,1 1,25 0,09	- - - -	S, F
8	Source FROIDE (émergence buvette)	1069.4X.0020 1069.4X.0020 1069.4X.0020	* LH BDX II N-1983	+ + +	10.05.1976 24.06.1984 -	11,8 13,2 -	8,8 8,97 -	680 725 -	520,2 536,5 505	- 10,5 -	- 0 -	2,5 <0,5 -	8,64 7,82 -	- - -	Sr, Br, Li	-
9	Source ORTEIG	1069.4X.0021 1069.4X.0021	* N-1983	+ +	06.05.1981 -	22,6 -	8,9 -	847,5 -	580,4 587	- -	- -	0 -	8,6 -	- -	- -	
10	Sondage OB1	1069.4X.0041	LH BDX II		21.11.1984	40,7	8,75	740,7	549,8	11,3	<0,5	<0,5	8,5	1,1		
11	Source VIEILLE-NORD (NORD Trésor = OB2) (NORD Trésor = OB2)	1069.4X.0042 1069.4X.0042 1069.4X.0042 1069.4X.0042	LH BDX II LH BDX II LH BDX II L.N.S.	+ + + +	14.05.1985 19.11.1985 10.11.1988 02.06.1992	40 42,6 43,4 43,6	8,55 8,8 8,8 8,6	754,7 766,3 775,2 736	- 561,3 503,2 524	11 11,2 11,8 -	<0,5 <0,5 <0,5 <20	<0,5 <0,5 <0,1 -	8,85 9,06 8,88 7,6	1,36 1,98 2,3 0,11	- - - -	S, F

Eléments majeurs

Anions

Cations

n°	Dénomination	N° BSS	Laboratoire	Anal. réf.	Date pht.	CO3	HCO3	SO4	Cl	NO3	SiO2	PO4	F	Ca	Mg	Na	K	NH4	Mn	Fe
1	Source d'EN BAS	1069.4X.0013	LNEHT	+	17.01.1962	-	70,8	146	182	-	69,4	-	-	47,7	0,8	135	6,4	-	-	-
3	Source NEUVE	1069.4X.0015	LNEHT	+	17.01.1962	-	87,6	148	184	-	70	-	-	48,9	1,2	137	6,2	-	-	-
4	Source du PROMENOIR	1069.4X.0016	LNEHT	+	17.01.1962	-	32,9	159	184	-	62	-	-	47,5	0,6	136	5,9	-	-	-
5	Source du ROCHER	1069.4X.0017	LNEHT	+	17.01.1962	-	81,7	147	176	-	64,1	-	-	51,9	2	127	6	-	-	-
7	Source VIEILLE émergence buvette	1069.4X.0019 1069.4X.0019 1069.4X.0019 1069.4X.0019	* LH BDX II LH BDX II L.N.S.	+ + + +	10.05.1980 14.05.1985 19.11.1985 03.06.1992	3,8 - 0 0,63	28,8 6,1 6,59 19	131,04 135 132 96,5	172,2 185 184 148	- 0 0 <1	83,98 - 59,5 54,6	- - 0 -	- - 3 <0,1	48,8 43,3 43,5 37,2	0,15 0,3 0,21 0,3	127 132 130 114	7,02 6,8 6,5 3,5	0,16 0,07 0,06 -	- - -<0,005 0,02	0,04 0,09 0,08 <0,005
8	Source FROIDE (émergence buvette)	1069.4X.0020 1069.4X.0020 1069.4X.0020	* LH BDX II N-1983	+ + +	10.05.1976 24.06.1984 -	6,3 0 -	21,35 5,12 2,4	129,6 134,4 128	147,3 166,9 143	- 0 -	67,64 68 55,5	- 0 -	- 3,3 -	43,7 41 43,2	0,55 0,45 0,7	117 124 116	5,46 5,75 7,1	0,9 0,85 -	- 0,006 -	0,1 0,16 -
9	Source ORTEIG	1069.4X.0021 1069.4X.0021	* N-1983	+ +	06.05.1981 -	tr -	tr -	129,6 139	191,7 181	- -	77,9 67	- -	- -	48 48,7	1,21 0,5	125 128	7,8 11,6	0,1 -	- -	0,05 -
10	Sondage OB1	1069.4X.0041	LH BDX II		21.11.1984	0	0,1	133	175	0	63,5	0	3,3	44,5	0,3	124	6,3	0,12	<0,005	0,21
11	Source VIEILLE-NORD (NORD Trésor = OB2) (NORD Trésor = OB2)	1069.4X.0042 1069.4X.0042 1069.4X.0042 1069.4X.0042	LH BDX II LH BDX II LH BDX II L.N.S.	+ + + +	14.05.1985 19.11.1985 10.11.1988 02.06.1992	- 0 0 0,44	6,1 12,2 12,2 17,8	135 135 134 104	185 183,5 182 152,5	0 0 0 <1	- 58,5 60,2 55,9	- 0 0 <0,1	- 3,3 3,4 4	43,5 44,5 47,2 39,2	0,2 0,16 0,12 0,2	133 132 129 124	6,7 6,6 4,72 3,8	0,1 0,09 0,1 -	- -<0,005 -<0,005 0,001	0,05 0,06 0,06 <0,005

* : origine inconnue

Récapitulatif des analyses portant sur les différentes sources

LABORATOIRE RÉGIONAL D'ANALYSE ET DE SURVEILLANCE DES EAUX MINÉRALES
FACULTÉ DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

146, rue Léo Saignat - 33076 BORDEAUX CEDEX - Tél : 05.57.57.12.04 - Fax : 05.56.24.41.90

EXAMEN DE SURVEILLANCE

selon l'arrêté du 20 Juillet 1992

Référence : 98 - 3902	Surveillance fin de saison - 1 ^o passage
Lieu : LES EAUX-BONNES-Établissement Thermal - 64 PYRÉNÉES-ATLANTIQUES	
Source : Vielle Nord	eau non traitée
Point de prélèvement : émergence	
Prélevé par : Mr. SOUS	Prélevé le : 28/09/98 à : 9h10
Conditions atmosphériques : nuageux	Mode de transport : sous glace
Déposé le : 28/9/98 à : 15h00	Analysé le : 28/9/98 à : 15h30

EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE

Température de l'eau : 43,7 °C	Température de l'air : 15,5 °C
Conductivité à 25°C : 850 µS/cm	Conductivité à 20°C : 762 µS/cm
pH : 8,7	T.A.C. : 2,5 °F
Anion caractéristique :	Chlorure : 146 mg/l

EXAMEN MICROBIOLOGIQUE

Germes revivifiables par ml sur gélose PCA	à 37°C, après 24h	2
	à 22°C, après 72 h	0
Micro-organismes indices de souillure fécale par 250 ml	Coliformes Totaux	0
	Coliformes Thermotolérants	0
	dont <i>Escherichia coli</i> (API 20 E)	0
	Streptocoques du groupe D	0
par 50 ml	Anaérobies sporulés sulfito-réducteurs	0
Autres micro-organismes par 250 ml	Pseudomonas sp. (Cétrimide)	0
	dont <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0
	<i>Staphylococcus aureus</i> (test agglutination)	N.D.

REMARQUES ET CONCLUSIONS

Eau répondant aux caractéristiques physico-chimiques retenues.
 Eau microbiologiquement conforme.

C. Cang

P.-D.

Le Directeur du Laboratoire
 Pr. CANG NGUYEN BA

2 Octobre 1998

Exemplaires adressés à : ☒ l'exploitant ☒ la DDASS ☒ le Laboratoire National des Études
☒ la Direction Générale de la Santé ☒ la DRIRE Hydrologiques et Thermales (DGS)

LABORATOIRE RÉGIONAL D'ANALYSE ET DE SURVEILLANCE DES EAUX MINÉRALES
FACULTÉ DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

146, rue Léo Saignat - 33076 BORDEAUX CEDEX - Tél : 05.57.57.12.04 - Fax : 05.56.24.41.90

EXAMEN DE SURVEILLANCE

selon l'arrêté du 20 Juillet 1992

Référence : 98 - 3904	Surveillance fin de saison - 1 ^o passage
Lieu : LES EAUX-BONNES-Établissement Thermal - 64 PYRÉNÉES-ATLANTIQUES	
Source : Froide	eau non traitée
Point de prélèvement : buvette	
Prélevé par : Mr. SOUS	Prélevé le : 28/09/98 à : 8h35
Conditions atmosphériques : nuageux	Mode de transport : sous glace
Déposé le : 28/9/98 à : 15h00	Analysé le : 28/9/98 à : 15h30

EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE

Température de l'eau : 14,8 °C	Température de l'air : 15,5 °C
Conductivité à 25°C : 668 µS/cm	Conductivité à 20°C : 599 µS/cm
pH : 8,7	T.A.C. : 3 °F
Anion caractéristique :	Chlorure : 97 mg/l

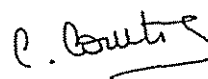
EXAMEN MICROBIOLOGIQUE

Germes revivifiables par ml sur gélose PCA	à 37°C, après 24h	5
	à 22°C, après 72 h	110
Micro-organismes indices de souillure fécale par 250 ml	Coliformes Totaux	0
	Coliformes Thermotolérants	0
	dont <i>Escherichia coli</i> (API 20 E)	0
	Streptocoques du groupe D	0
par 50 ml	Anaérobies sporulés sulfito-réducteurs	0
Autres micro-organismes par 250 ml	Pseudomonas sp. (Cétrimide)	0
	dont <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0
	<i>Staphylococcus aureus</i> (test agglutination)	N.D.

REMARQUES ET CONCLUSIONS

Eau répondant aux caractéristiques physico-chimiques retenues.
 Eau microbiologiquement conforme.

P.D.

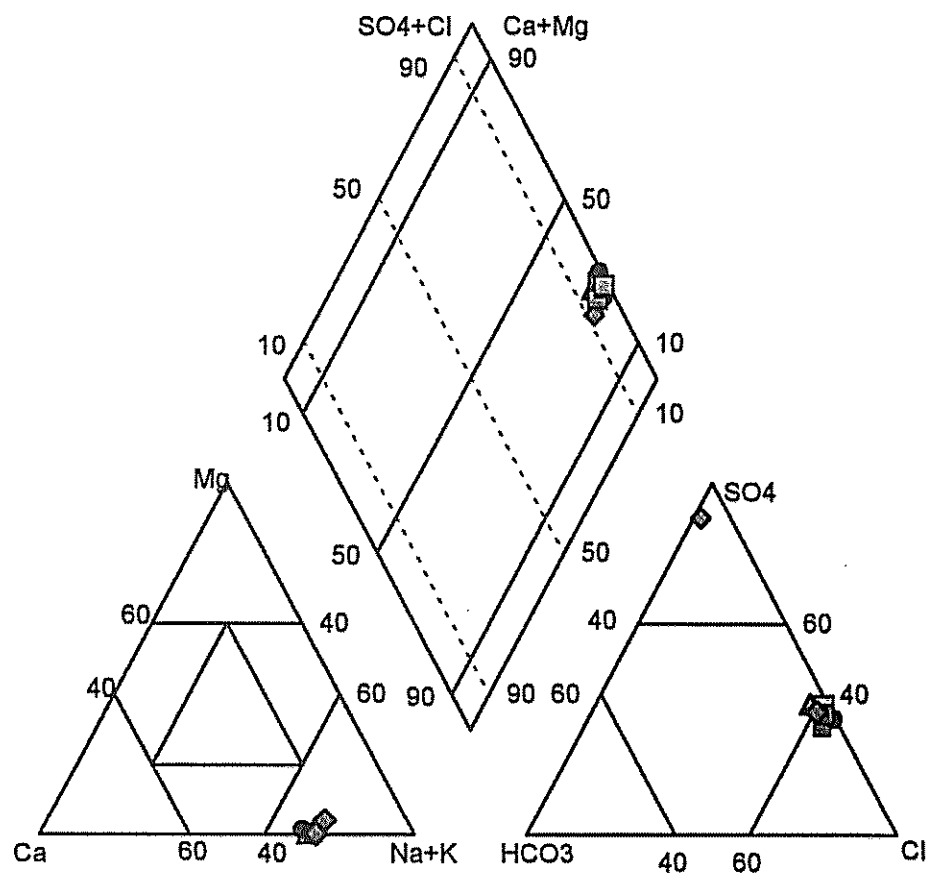


Le Directeur du Laboratoire
Pr. CANG NGUYEN BA

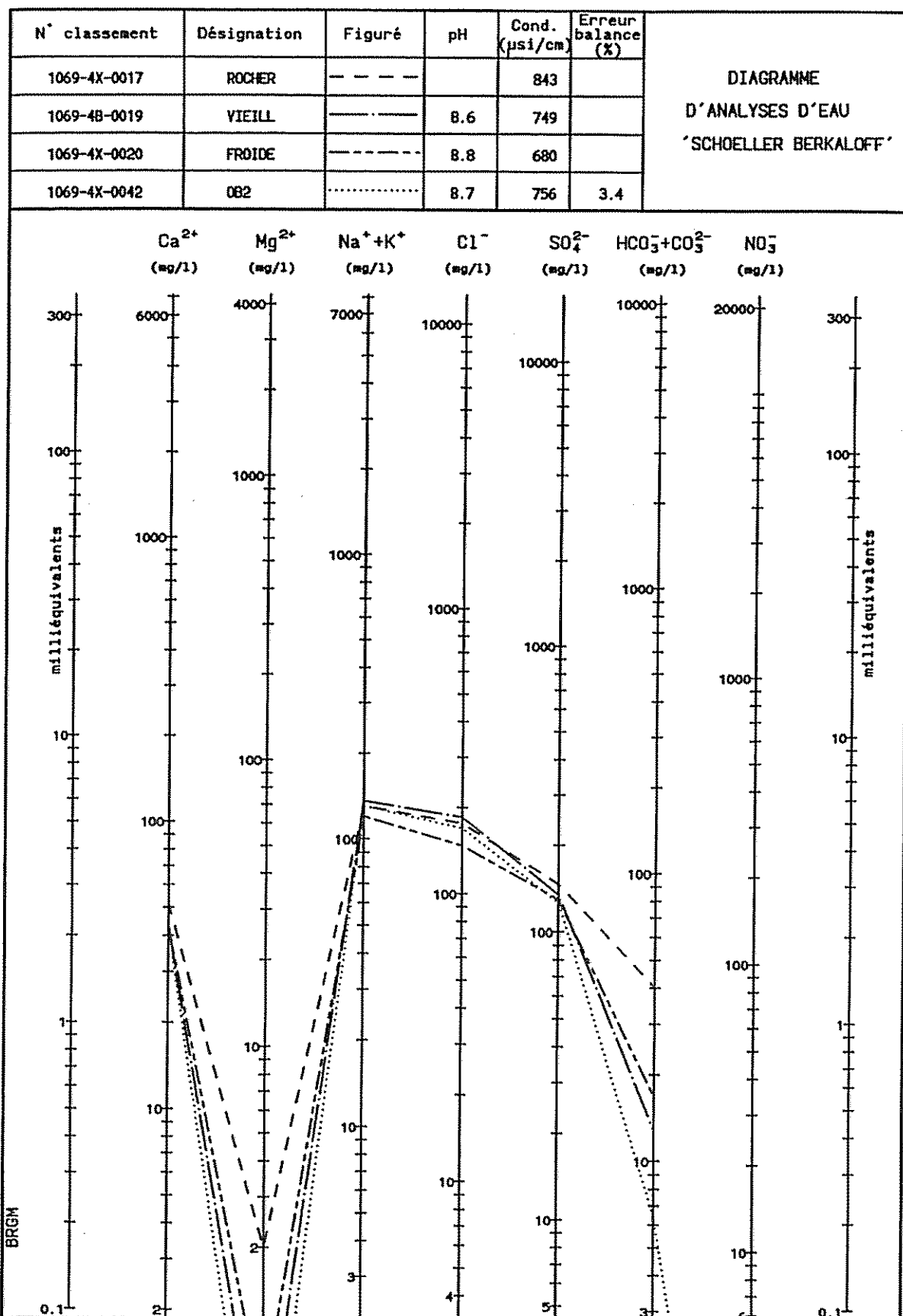
2 Octobre 1998

Exemplaires adressés à : ☒ l'exploitant ☒ la DDASS ☒ le Laboratoire National des Études Hydrologiques et Thermales (DGS)
☒ la Direction Générale de la Santé ☒ la DRIRE

Diagramme de PIPER pour les EAUX BONNES.



- forage Vieille Nord/ OB 2 (19.11.1985)
- Source VIEILLE(19.11.1985)
- Δ Source FROIDE(10.05.1976)
- forage Vieille Nord/ OB 2 (10.11.1988)
- Source ORTEIG(06.05.1981)
- ◆ forage Vieille Nord/ OB 2 (02.06.1992)
- Source VIEILLE buvette(03.06.1992)
- Δ Source VIEILLE(14.05.1985)
- Δ forage OB 1(21.11.1984)
- Source FROIDE buvette(24.06.1984)
- ◆ Source VIEILLE(10.05.1980)



ANNEXE 3

Station thermale des EAUX-BONNES

Planches PHOTOGRAPHIQUES

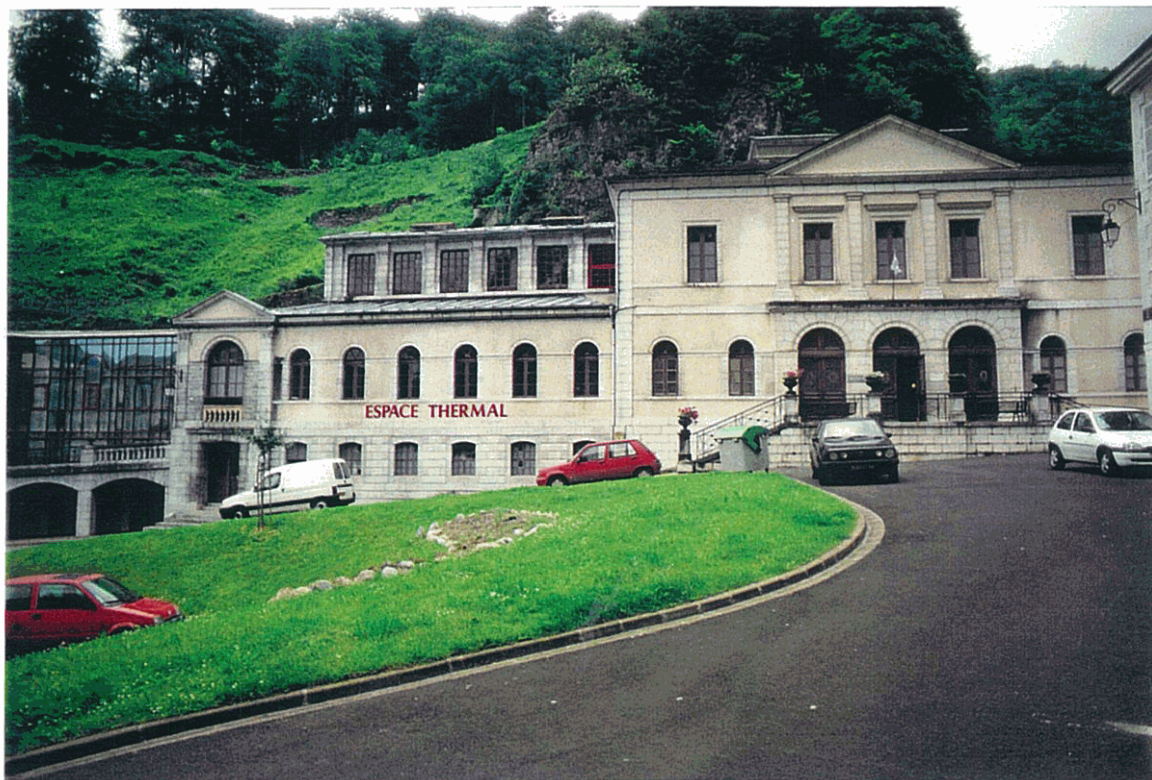


Photo n°1 - Etablissement thermal des EAUX-BONNES



**Photo n° 2
Buvette du halle de l'établissement thermal**

- Source "Froide" - 1069-4X-0020

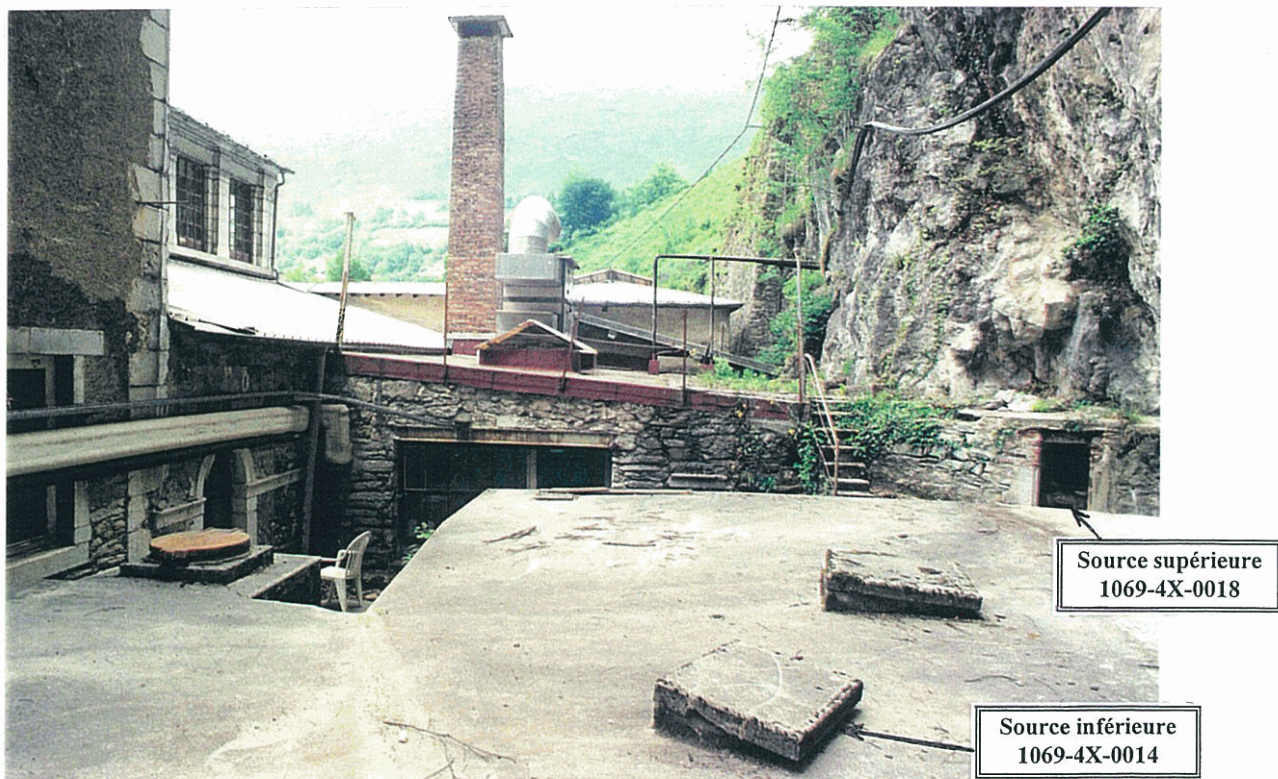
- Source "Vieille" - 1069-4X-0019



Photo n° 3 - Source Froide 1069-4X-0020 - Pavillon de la "Source Froide"



**Photo n° 4
Source Froide -1069-4X-0020. Captage**



**Photo n° 5 - Etablissement thermal cour intérieure.
Vue côté nord**



**Photo n° 6 - Etablissement thermal cour intérieure.
Vue côté sud**

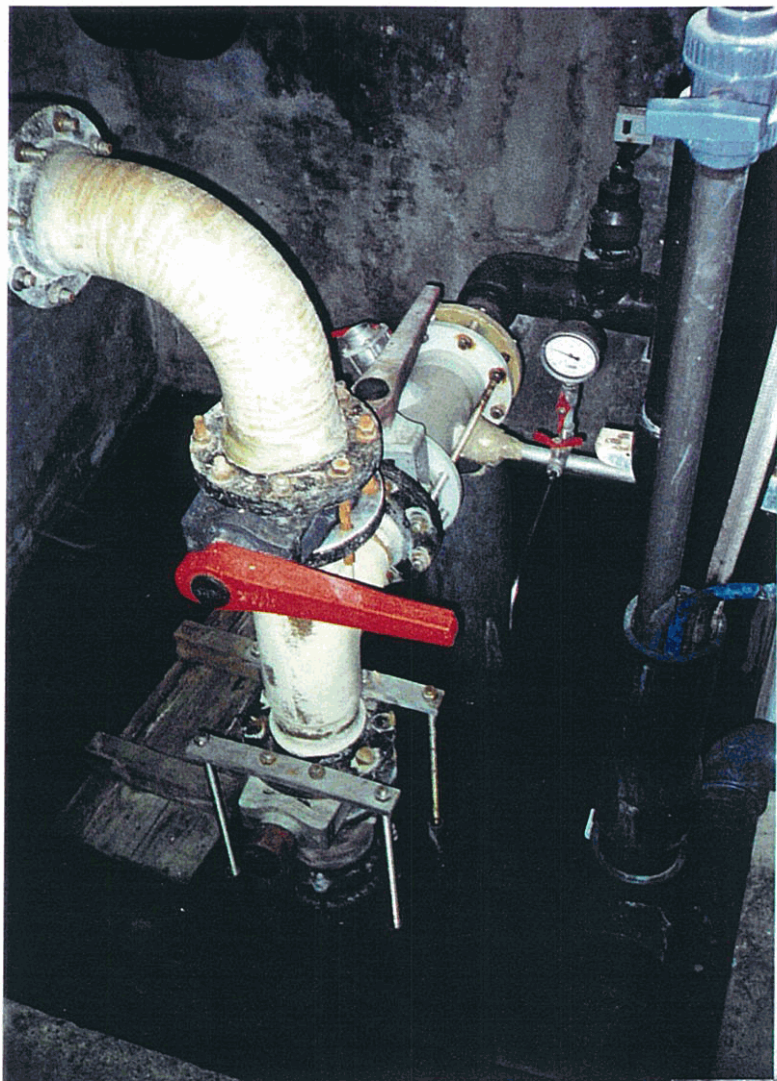


Photo n° 7
Source Vieille Nord 1069-4X-0042
Tête de forage

Photo n° 8
Etablissement thermal cour intérieure.
Vue côté nord

Affleurement calcaire
plissé et fracturé





Photo n° 9 - Source d'Orteig 1069-4X-0021