



REGION
BRETAGNE

MINISTERE DE
L'INDUSTRIE



valorisation des ressources en eau du socle breton
les manifestations thermales du Moulin de Quip
à Allaire (56)

état des connaissances, perspectives de mise en valeur

avril 1993
R 37289



**REGION
BRETAGNE**

**MINISTERE DE
L'INDUSTRIE**

PLAN MINIER BRETON
programme 99 / opération 12903-88

valorisation des ressources en eau du socle breton
les manifestations thermales du Moulin de Quip
à Allaire (56)

état des connaissances, perspectives de mise en valeur

H. Talbo
P. Bos

avril 1993
R 37289
BRE-SGN 93

BRGM
SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL
SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL BRETAGNE
4 rue du Bignon, 35000 RENNES - Tél. 99 86 84 84

RESUME

Les sources du Moulin de QUIP, à Allaire (56), domaine appartenant à la Fédération Bretonne des Caisses d'Allocations Familiales, produisent une eau chaude et minéralisée, d'origine profonde dont on ne connaît pas d'autre exemple en Bretagne. Cette exception, connue depuis longtemps, n'a pas, à ce jour, fait l'objet d'essais de valorisation.

Sur ses fonds propres (enveloppe Service Public du Ministère de l'Industrie et de la Recherche) abondés par la Région Bretagne (Plan Minier Breton, programme 99 opération 12903-88) le BRGM a réalisé des investigations pour préciser les caractéristiques des émergences. Les fluctuations de température ont été contrôlées de Novembre 1988 à Février 1990, les débits, de Janvier 1989 à Février 1990 ; dans cette période, deux séries d'analyse ont été effectuées et le contexte géologique local a été examiné en détail, confirmant l'existence d'une faille expliquant l'origine profonde des émergences.

Les sources sortent à une température de 18 à 22° C, selon le point de mesure, très peu influencée par les variations de la température extérieure. Le débit cumulé des trois émergences mesurables (la vasque, le puisard et le petit moulin) est de 3 à 3,5 m³/heure ; s'y ajoutent des émergences diffuses s'exprimant par la saturation du sol et plusieurs zones de suintement ; d'autres émergences non détectables en raison des caractéristiques du secteur (accès difficile, éboulis de pente) peuvent en outre exister.

Les caractéristiques de l'eau sont remarquablement constantes dans le temps : il s'agit d'une eau faiblement radio-active, à pH neutre et tiède. Par ses éléments majeurs, elle est chlorurée-sodique, riche en calcium et magnésium, contenant du fer et du manganèse ; certains de ses éléments en traces peuvent présenter un intérêt en hydrothérapie (fluor, zinc), elle contient aussi du baryum et de l'antimoine dont l'impact aux doses mesurées devra être précisé.

L'eau des sources du Moulin de QUIP n'est pas "potable" au sens de la législation réglementant la distribution des eaux destinées à la consommation humaine. Dans l'état actuel, c'est une eau minéralisée, la dénomination d'eau minérale étant réservée aux eaux agréées par le Ministère de la Santé, qui donne l'autorisation de l'exploiter comme telle, sur avis du Laboratoire National de la Santé et de l'Académie Nationale de la Médecine. Au sens légal, une eau minérale est une eau souterraine naturellement pure, de composition physico-chimique constante et qui contient des éléments susceptibles d'agir efficacement sur la santé.

Le travail présenté fait le point des données qui étaient accessibles sans moyens lourds ; il ne constitue que la première phase d'un programme de développement qui reste à préciser et à mettre en place. La valorisation des eaux du Moulin de QUIP peut s'envisager sous différents modèles plus ou moins ambitieux et aux perspectives de retombées positives sur l'activité locale plus ou moins importantes ; ces modèles ne peuvent sûrement pas être cumulés, mais certains d'entre eux pourraient se succéder dans le temps, à mesure de l'affinement des connaissances, des réalisations et de l'évolution des dossiers.

Une mise en valeur "pédagogique" du site permettrait d'initier le public, en particulier les scolaires, à certains aspects de la géologie, de le sensibiliser aux problèmes de l'eau et de l'environnement. Dans la mesure où un recaptage par forage fournira un débit suffisant, une exploitation ludique et sportive peut ensuite être mise en place, avec une piscine d'eau naturellement saine et tiède. Enfin, sous réserve que des propriétés thérapeutiques soient reconnues à l'eau de QUIP et que l'autorisation de son exploitation soit obtenue, une activité de thermalisme, ayant une forte faculté d'animation et des retombées multiples sur le commerce et l'emploi pourra être mise sur pied.

SOMMAIRE

1 - PRESENTATION GENERALE.....	6
1.1- Le Moulin de Quip.....	6
1.2 - Sources du Moulin de Quip	6
2 - CADRE GEOLOGIQUE DE LA SOURCE DU MOULIN DU QUIP	10
2.1 - Cadre géologique régional.....	10
2.2 - Observations géologiques sur le site de la Source	12
3 - QUELQUES GENERALITES SUR LES MECANISMES HYDROTHERMAUX	15
3.1 - Origine de l'eau profonde	15
3.2 - Mécanisme de retour en surface	15
4 - MESURES ET OBSERVATIONS	18
4.1 - Débits.....	18
4.2- Températures	19
4.3 - Composition de l'eau	22
4.3.1 - Analyses	22
4.3.2 - Caractéristiques de l'eau de Quip	25
4.3.3 - L'eau du Moulin de Quip et l'eau de consommation	25
5 - POSSIBILITE DE VALORISATION.....	27
5.1 - Valorisation à vocation pédagogique	27
5.2 - Valorisation énergétique.....	27

5.3 - Exploitation à des fins sportives et ludiques	28
5.4 - Embouteillage, Thermalisme	28
5.4.1 - Eaux conditionnées	30
5.4.2 - Thermalisme	32
6 - RECAPTAGE EN PROFONDEUR	39
CONCLUSION	41
LISTE DES FIGURES.....	42
LISTE DES ANNEXES.....	42

1 . PRESENTATION GENERALE

1.1. LE MOULIN DE QUIP

Situé sur la commune d'Allaire, à 5,3 km au nord-ouest du bourg, le Moulin de QUIP est un domaine de 23 hectares appartenant à la Fédération Bretonne des Caisses d'Allocations Familiales, qui y a réalisé un centre de vacances comprenant une maison familiale, un terrain de camping, deux groupes de gîtes, une piscine, un étang, des aires de jeux.... Le paysage est profondément entaillé par la vallée du ruisseau, orientée nord-sud, aux rives plantées d'arbres.

La propriété C.A.F. est agrandie par les parcelles qui la jouxtent attribuées à la commune lors de la réorganisation foncière consécutive au remembrement, constituant un ensemble d'une soixante d'hectares, où l'environnement est contrôlé par la collectivité ; au-delà, on observe une activité agricole assez peu intensive.

Les émergences sont situées à l'altitude + 20 m environ, le plateau granitique qui les surplombe étant à l'altitude 50 - 60 m à proximité et s'élevant jusqu'à 80 m vers le sud-ouest.

1.2. SOURCES DU MOULIN DE QUIP

Les sources du Moulin de QUIP ont une composition , une minéralisation et une température "anormales", nettement différentes des paramètres caractérisant habituellement les eaux bretonnes et témoignant ici d'une origine profonde ; les résurgences sont liées à l'existence d'une faille.

Il s'agit, en pied de talus, d'une zone de 70 à 80 m de longueur, allongée selon une direction pratiquement Nord-Sud, où existent :

Deux sources "naturelles"

- au nord, "la Source", dénommée aussi la "Vasque" en raison de son aménagement, bien visible en bord de chemin, dont le trop plein s'écoule (environ 2m³/heure) vers de petits étangs situés en contrebas, qu'elle alimente,
- au sud, une petite source (environ 150 l/heure) sort du rocher, à l'intérieur d'un des anciens moulins, autrefois utilisée par le meunier.

Une source "aménagée", s'écoulant dans le ruisseau par un tuyau passant sous le chemin, et qui vient d'un puisard, début d'une fondation qui a du être modifiée en raison de la présence d'eau ; le débit de cette source est d'environ 1m³/heure.

Les manifestations thermales du Moulin de Quip à Allaire (56)

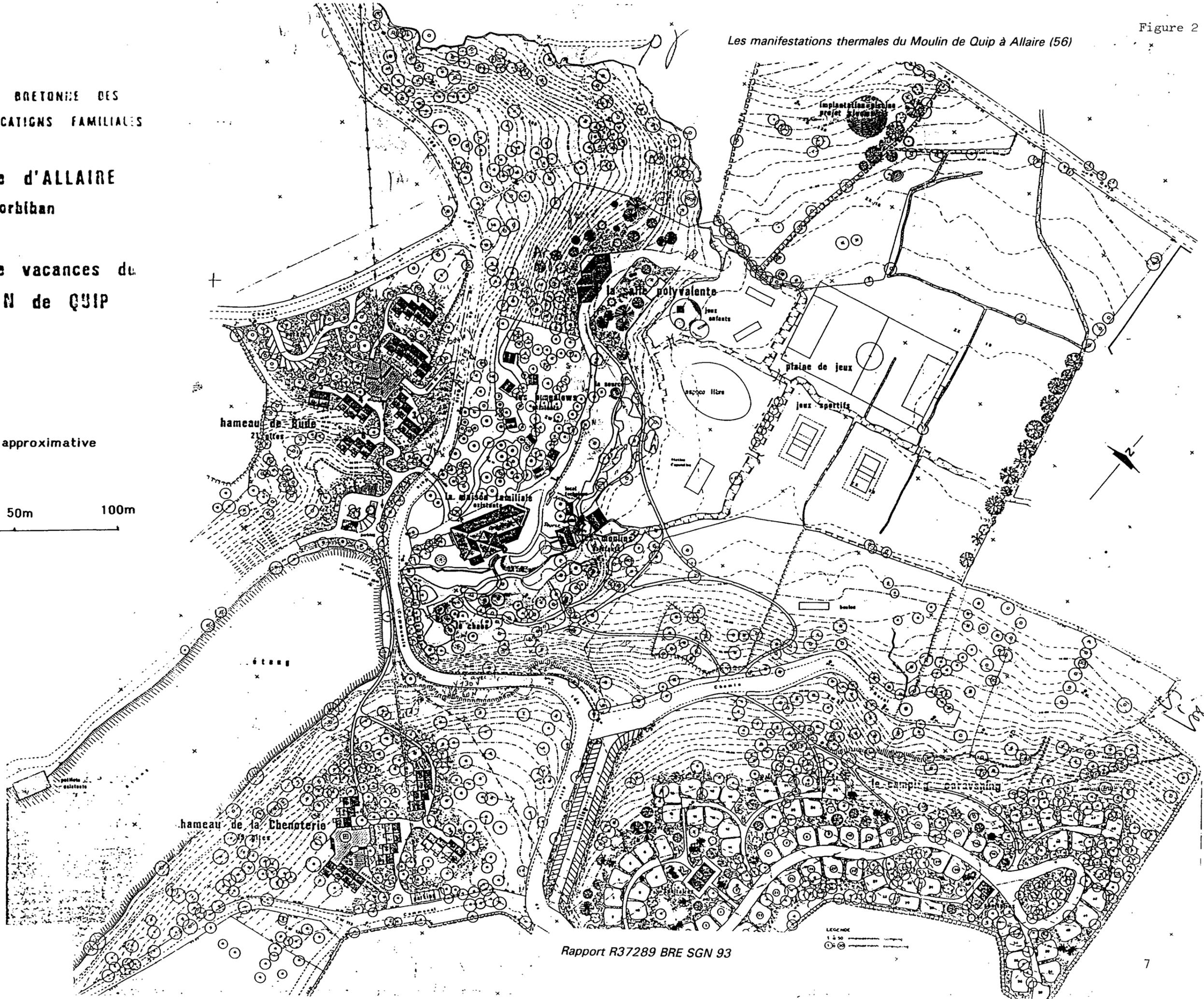
FEDERATION BRETONNE DES
CAISSES D'ALLOCATIONS FAMILIALES

commune d'ALLAIRE
Morbihan

Centre de vacances du
MOULIN de QUIP

Echelle approximative

0 50m 100m



LEGENDE
1 : 50
① ②

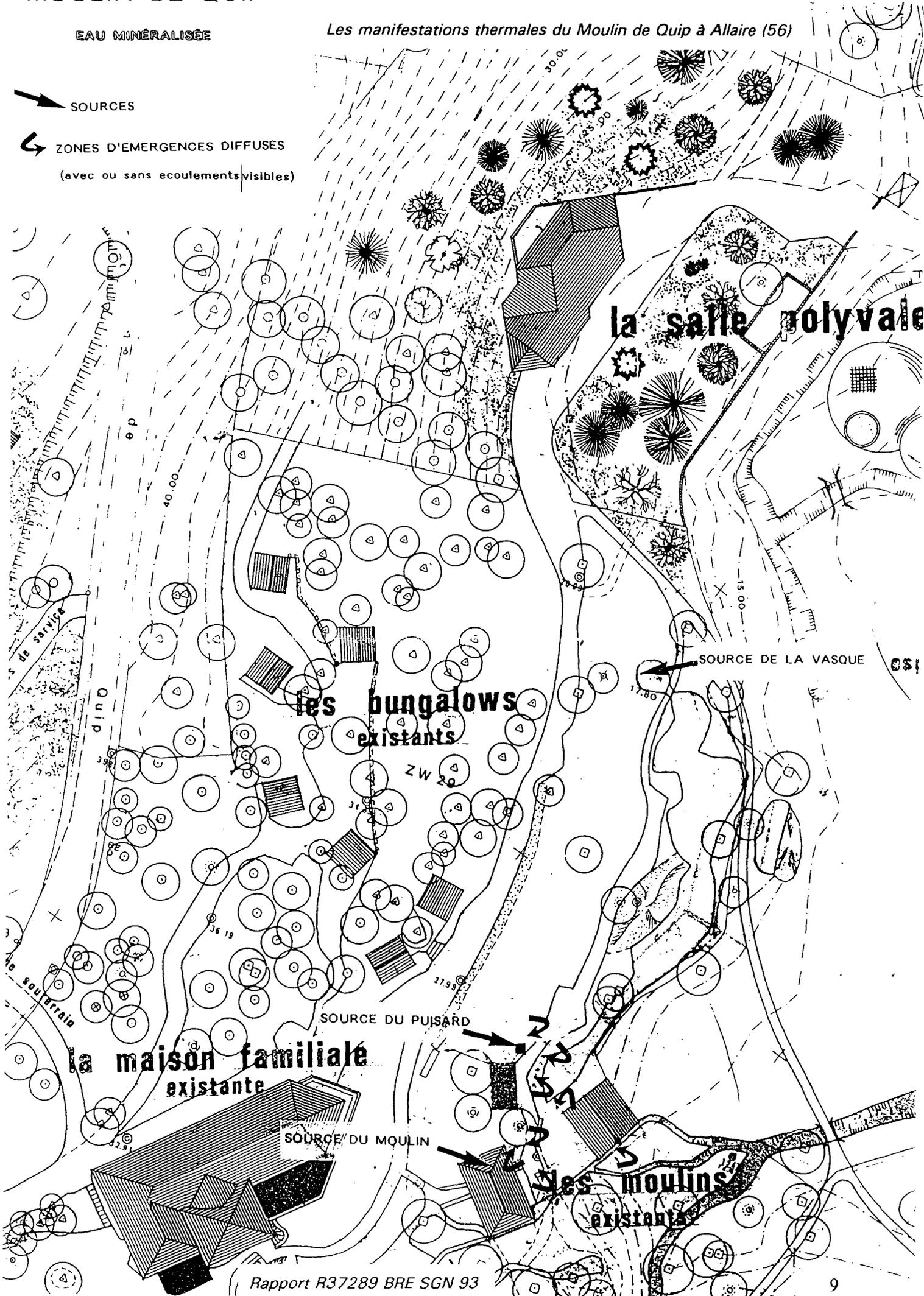
Des émergences diffuses : le sol est gorgé d'eau, en particulier dans le sud de la zone (secteur des anciens moulins et du "local technique" ; de l'eau ruisselle sur les marches en forme de petit amphithéâtre situées entre les deux moulins. Des mesures de résistivité ont montré que ces émergences avaient les mêmes caractéristiques de minéralisation que la Vasque et le Puisard.

EAU MINÉRALISÉE

Les manifestations thermales du Moulin de Quip à Allaire (56)

➔ SOURCES

↻ ZONES D'EMERGENCES DIFFUSES
(avec ou sans écoulements visibles)



2. CADRE GEOLOGIQUE DE LA SOURCE DU MOULIN DE QUIP

2.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

Le Moulin de QUIP se trouve sur la bordure Nord-Est du massif granitique de Questembert-Allaire.

Ce massif est constitué, dans son ensemble, d'un granite clair à muscovite et biotite, semblable à tous les granites à deux micas qui jalonnent le cisaillement sud armoricain.

Si à l'Ouest, dans sa zone d'enracinement, il présente un caractère syntectonique (minéraux étirés ou orientés, bordures concordantes avec les structures encaissantes), à l'Est, entre Questembert et Allaire, il devient intrusif, avec des contours circonscrits.

La bordure orientale du massif est constituée par un granite porphyroïde à mégacristsaux de feldspath potassique atteignant 10 cm.

Sur sa bordure Nord-Est, ce granite recoupe des formations sédimentaires paléozoïques appartenant au synclinal de Rochefort en Terre, dans lesquelles il a développé une importante auréole de métamorphisme de contact.

Dans le secteur du Moulin de QUIP, la formation concernée est celle dite de St Perreux. Le faciès de siltstones gris-bleu à fines lamines gréseuses présenté par les schistes métamorphisés au Nord se transforme, dans une bande de 1000 m de large en bordure du granite, en schistes et micaschistes à muscovite, biotite, andalousite, puis en cornéennes non schisteuses, au contact même, sur quelques dizaines de mètres. Cette formation contient des niveaux de schistes graphiteux et de phtanite (micro-quartzite à matière carbonatée).

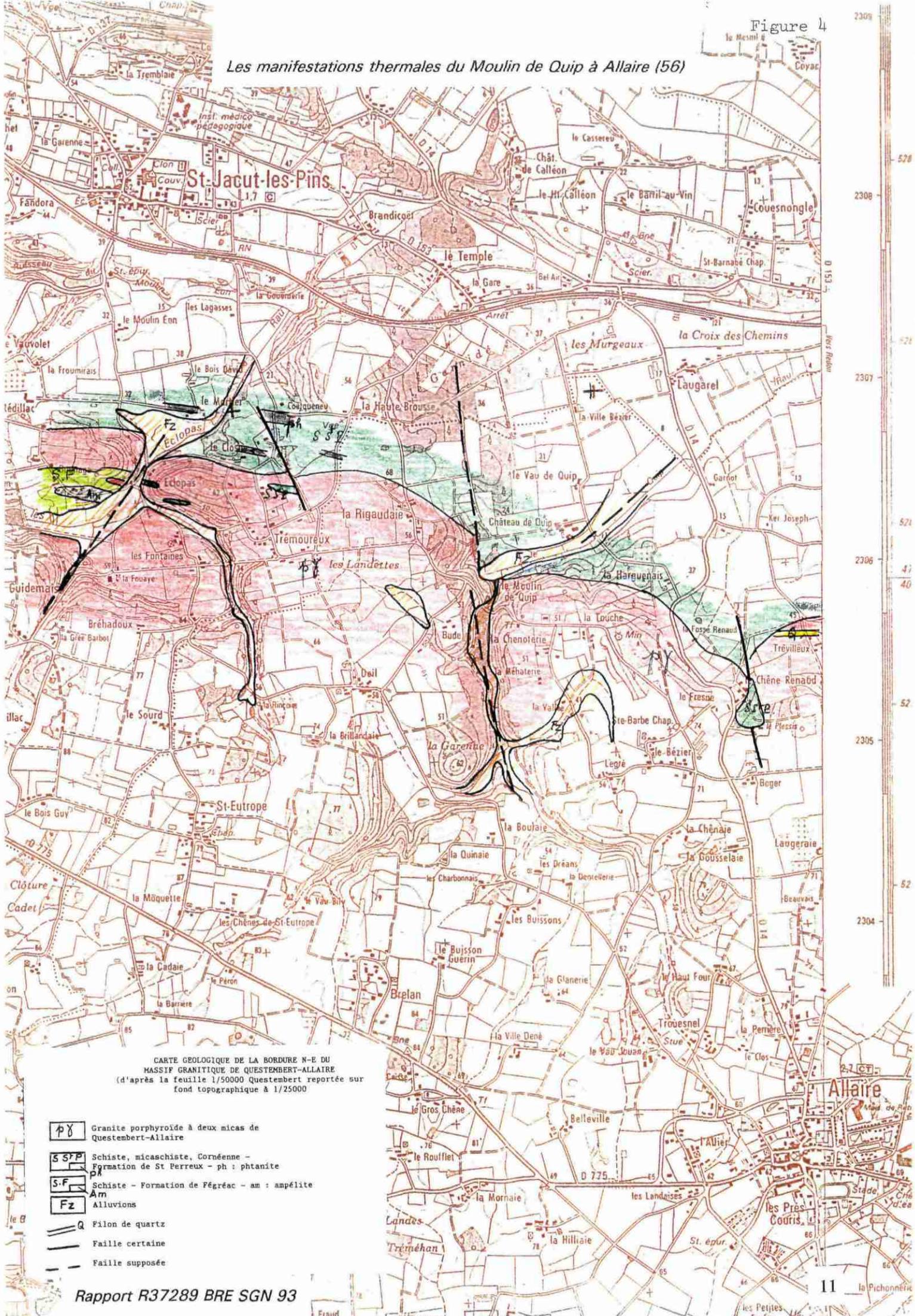
Deux panneaux de cette formation de Saint Perreux sont enclavés dans le granite en bordure du massif, à l'Est et à l'Ouest du Moulin de QUIP.

Plus à l'Ouest, en bordure du ruisseau des Eclapas, une autre formation de schistes, dite de Fégréac, avec des éléments d'origine volcanique probable, contenant également des niveaux carbonatés (ampélites), se trouve incluse en totalité dans le massif granitique.

La carte à 1/50 000 fait apparaître une série de failles, sûres ou supposées, orientées SO-NE à SE-NO. Certaines semblent décrocher la bordure du granite.

Les enclaves de schistes reconnues à l'intérieur du granite sont toujours associées à une de ces failles.

Les manifestations thermales du Moulin de Quip à Allaire (56)



CARTE GEOLOGIQUE DE LA BORDURE N-E DU MASSIF GRANITIQUE DE QUESTEMBERT-ALLAIRE (d'après la feuille 1/50000 Questembert reportée sur fond topographique à 1/25000

2.2. OBSERVATIONS GEOLOGIQUES SUR LE SITE DE LA SOURCE

Le moulin et les bâtiments collectifs du Centre de vacances sont construits sur le versant Ouest du ruisseau, au débouché d'un tronçon de vallée à fond plat, actuellement occupé par un étang. Cette vallée à une direction d'ensemble S-N et la partie aval de l'étang a des rives parallèles de direction 10°-15° E.

A l'extrémité Nord de l'étang, le versant Ouest est constitué d'arène granitique argileuse ou de granite très arénisé, parsemé de boules au sommet, alors que le versant Est montre une masse rocheuse saine formant le coteau. Cette masse est débitée par un réseau de diaclases dont une série orientée 35° E, verticale, limite le coteau, et une autre orientée 15° E est parallèle à la direction de l'étang.

Au pied du coteau s'est formé un chaos de blocs de granite sain de dimensions métriques à plurimétriques, éboulés ou dégagés par l'érosion.

Sous les bâtiments principaux, les terrains ne sont pas observables, mais une masse granitique saine en place se retrouve au Nord du bâtiment central avec un bloc qui s'en est détaché, en contrebas.

Une des diaclases à 35° E, et pendage de 65° SE, observable en bordure de la route au N.E. de l'étang montre un miroir avec stries de friction horizontales. Nulle part par contre le granite ne présente de marques de cataclase ou de déformation.

Entre le bâtiment central et la salle polyvalente, au contact presque directe du granite sain, s'observe à la faveur de petits talus de 20 à 30 cm, sous la mousse ou dans la terre, des éclats ou petits blocs décimétriques de roche pouvant être considérée comme subaffleurante.

Il s'agit de niveaux de quartzite à débit schisteux gris-blanc et de schiste noir emballés dans une matrice argileuse blanc-beige.

Entre la masse de granite en place et le bloc éboulé, au-dessus du plan d'eau, un affleurement métrique montre des fragments de quartzite schisteux (dont certains paraissent microconglomératiques) paraissant recristallisé et avec des marques de cataclase (déformation par écrasement) : feuillets microcristallins verdâtres ou blanchâtres, grains de quartz étirés formant des "yeux".

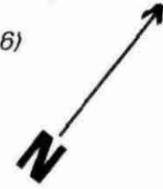
Sur la carte géologique à 1/50 000, la formation schisteuse de St Perreux est en contact anormal avec les granites, au Nord du Moulin de QUIP, et il y a un décrochement dans le contact entre les deux formations.

Dans le détail, ce décrochement paraît souligné par le coin de schistes-quartzites pénétrant peut-être jusqu'au niveau de l'étang ou même au-delà. Ce coin s'appuie sur la "faille de l'étang" dont le tracé ressort de l'examen des photographies aériennes et de la carte géologique à 1/50 000. Elle relaie les accidents figurés au Nord et au Sud.

Les flancs boisés de la vallée du QUIP, en aval, ne permettent pas d'autres observations.

Les émergences d'eau chaude se situent en bordure de ce coin de schiste semblant imbriqué dans le granite. Leur nature thermique caractérisant leur origine profonde, vient confirmer l'existence d'une fracture permettant leur remontée. Cette fracture appartient à la série des cassures d'orientation perpendiculaire à l'axe du massif granitique et qui en décroche les bordures en de nombreux points sur tout le pourtour.

Les manifestations thermales du Moulin de Quip à Allaire (56)



ESQUISSE GÉOLOGIQUE DU SECTEUR DE LA SOURCE THERMALE Echelle ~ 1/1830

- - - - - Limite des formations d'après la carte géologique à 1/50000
 - - - - - Contact par faille entre granite et schiste d'après la carte géologique à 1/50000
 - . - . - . Faille de l'étang - d'après photo aérienne et carte 1/50000
 - Limite des schistes d'après les observations de terrain
- Affleurements observés
- Granite sain
 - Arène + argileuse ou granite arénisé
 - Schiste et quartzite + tectonisé
 - N15° Diaclase dans le granite avec sa direction et son pendage
 - émergence de la source chaude



3. QUELQUES GENERALITES SUR LES MECANISMES HYDROTHERMAUX

3.1. ORIGINE DE L'EAU PROFONDE

Historiquement, trois origines possibles ont été avancées pour ces types d'eaux :

une origine juvénile : l'eau est formée en profondeur par l'expulsion de l'eau de constitution de certains minéraux sous l'effet de la pression et de la température (métamorphisme),

une origine fossile : l'eau est restée enfermée, piégée, dans les sédiments qui la contenaient au moment de leur dépôt. Cette hypothèse est à exclure au Moulin de QUIP, le sous-sol étant constitué de granite, et non de roches sédimentaires.

une origine météorique : les eaux de pluies, lorsqu'elles rencontrent des terrains perméables ou des fissures dans les roches massives (cas des granites), s'infiltrent dans le sous-sol. Soumises aux lois de la gravité, elles descendent en suivant les lignes de plus grande pente, jusqu'à ce qu'elles soient stoppées par une roche non fissurée. Si le champ de fissures rejoint la surface, elles peuvent sortir à l'air libre, sous l'effet de divers mécanismes.

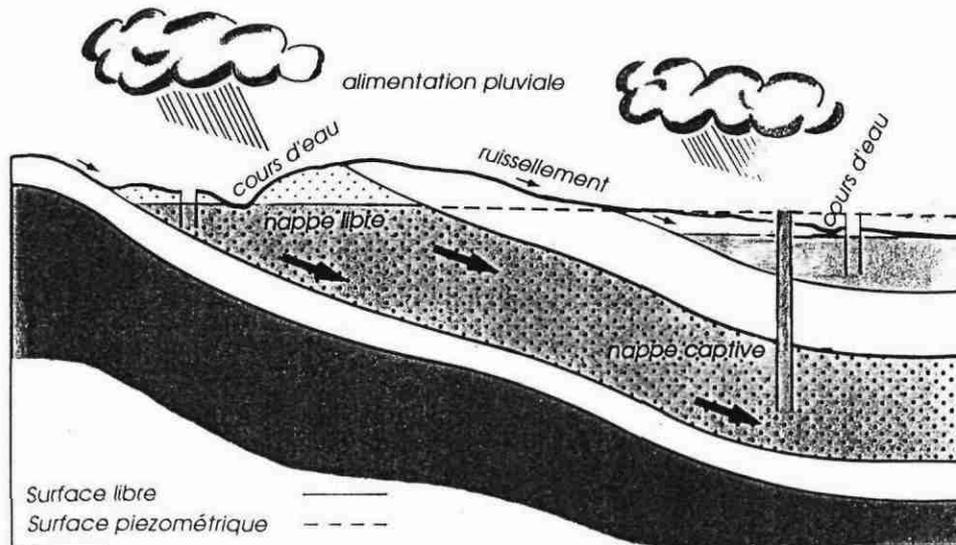
Tous les spécialistes s'accordent pour admettre que, la quasi totalité des eaux thermales et/ou minéralisées provient d'eau de pluie infiltrée. La durée du trajet souterrain, entre l'infiltration et la résurgence, dépend de la longueur du cheminement et de la perméabilité de la roche ; au cours de ce lent trajet (plusieurs dizaines à plusieurs centaines d'années), l'eau acquiert ses caractéristiques physico-chimiques des minéraux qu'elle dissout, les processus de dissolution étant facilités par l'élévation de température en profondeur.

3.2. MECANISMES DE RETOUR EN SURFACE

Les sources d'eaux minérales (minéralisées) et thermales (comme d'ailleurs les sources d'eau "ordinaire") sont toujours situées à une cote inférieure à celle de leur bassin versant. Plusieurs mécanismes peuvent concourir pour assurer le retour vers la surface.

la gravité seule, explique (avec la morphologie du terrain et l'hétérogénéité du sous-sol) la localisation de la plupart des sources, de la totalité des sources bretonnes (à l'exception de celle du Moulin de QUIP). Ces cas s'adressent aux nappes libres, concernant des cheminements souterrains limités et des eaux peu minéralisées,

L'artésianisme du à la mise en charge de l'eau souterraine



- Les nappes libres et les nappes captives

La nappe libre (absence de couverture imperméable à gauche de la figure) devient captive sous une couche argileuse, l'eau est alors sous pression et, si l'on perce la couverture imperméable au moyen d'un sondage, elle remonte parfois plus haut que la surface du sol en vertu du principe des vases communicants, c'est le phénomène de l'artésianisme.

Dans ce schéma (Jean RICOUR, 1992), la couche argileuse imperméable peut être remplacée par du granite massif, la fonction conductrice étant assurée par les fissures.

gaz - lift : la remontée de l'eau être facilitée par un dégagement gazeux provenant des parties profondes de l'écorce terrestre (cas fréquent en régions volcaniques). Les dégagements gazeux sont très faibles à inexistantes au moulin de QUIP.

thermosiphon : l'eau chaude, plus légère que l'eau froide tend à remonter vers la surface en repoussant les masses d'eau froide.

Pour le cas étudié, les phénomènes d'artésianisme et de thermosiphon sont très vraisemblablement associés pour produire les sources, selon le schéma ci-dessous.

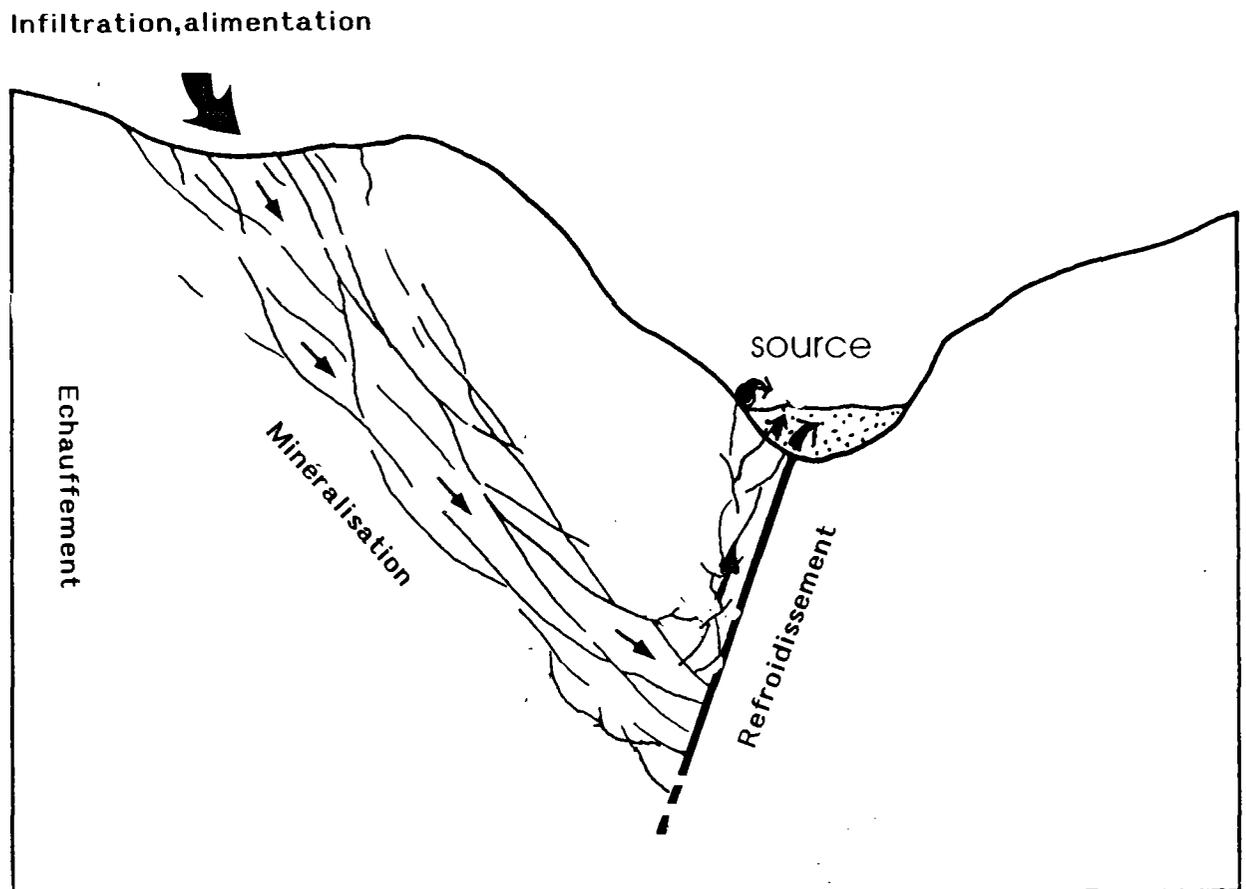


Fig. 7 - Schéma d'un système hydrothermal

(d'après MORET,1946 e : IUNDT,1991,modifiés).

Le secteur à partir duquel les résurgences de QUIP sont alimentées n'est pas connu ; la seule certitude est qu'il se trouve à une altitude supérieure à celle des sources.

4. MESURES ET OBSERVATIONS

4.1. DEBITS

En Novembre 1969, le professeur Y. MILON notait "... un débit qui malgré la sécheresse prolongée de cette année s'est maintenue à 2,5 m³/heure". Y. MILON ne parlait alors que de la source de la Vasque : le Puisard n'existait pas en 1969, la source du Petit Moulin était (et reste) peu accessible aux mesures.

Le suivi réalisé en 1989 confirme que les écoulements sont pérennes. Le débit de la Vasque a varié de 2 à 2,5 m³/h. L'ensemble des 3 émergences individualisées (vasque, puisard et source du petit moulin) représente 3,2 à 3,5 m³/heure. Les mesures ont été réalisées en chronométrant le temps de remplissage d'un récipient de contenance connue, avec une précision de l'ordre de 5 % pour les débits issus de la vasque et du puisard ; les mesures du débit de la source du petit moulin (100 à 150 l/heure) sont beaucoup moins précises, mais l'incertitude ne porte que sur quelques dizaines de litres par heure.

Sur le même graphique sont reportés les débits mesurés et les conditions climatiques, pluies et "pluies efficaces" (1) (Station de Questembert).

A la précision des mesures près, on semble observer une légère influence des périodes pluvieuses sur les débits naturels. On peut remarquer que les précipitations efficaces de 1989 (140 mm pour le cumul des mois de Février, Mars et Avril) sont sensiblement inférieures aux valeurs d'année moyenne (250 à 300 mm).

Les écoulements des trois sources de QUIP ne représentent qu'une partie de la résurgence d'eau thermale. Une fraction non connue, mais pouvant être importante, s'écoule de façon diffuse. Un recaptage en profondeur, par un forage de 100 à 150 m convenablement implanté, permettrait de regrouper l'essentiel de ces sorties et d'améliorer dans des proportions très notables les débits disponibles.

(1) Pluies efficaces : partie des précipitations qui, non reprises par l'évaporation directe et les besoins des plantes (évapotranspiration), reste disponible pour le ruissellement et/ou l'infiltration.

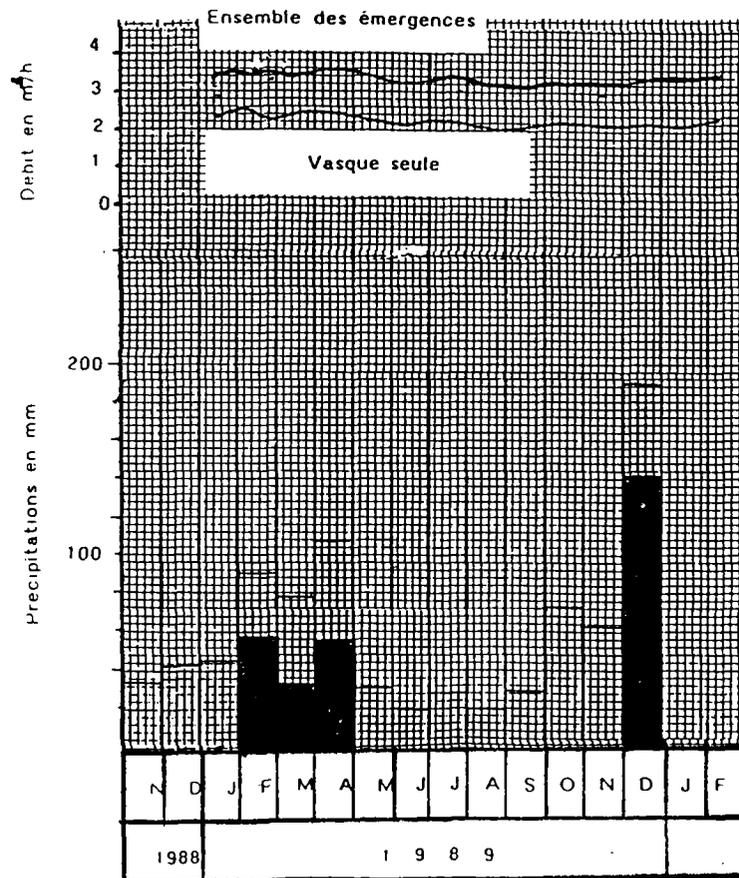


Fig. 8 - Débit des émergences

4.2. TEMPERATURES

En 1969, Y. MILON notait à propos de la source de la vasque "le griffon est creusé à 1,5 m de profondeur seulement, il en sort une eau très claire à la température constante de 18° C...". La température de la vasque était de 17°8 le 13/05/69, 18° le 9/10/69, 16°7 le 21/01/87 (température mesurée à la sortie de la vasque, et non directement au griffon, alors que l'air ambiant était à -0,5° C) et de 17°5 le 2/02/87.

La température de la source du puisard a été mesurée le 20/01/1987 (20° C) et le 2/02/87 (20°5).

Les mesures réalisées de 1988 à 1990 sont reportées sur le graphique ci-après, ainsi que la température de l'air (moyennes mensuelles à Questembert).

On observe :

- un écart systématique, de 2,5 à 3° C entre la vasque et le puisard, ce dernier étant plus "chaud". Cette différence peut être due à ce que le puisard est recouvert d'une dalle supprimant les échanges thermiques directs avec l'air ambiant ; on peut aussi supposer que le cheminement qui mène l'eau souterraine au griffon de la vasque est plus complexe et plus long, conduisant à un refroidissement plus marqué.

- une augmentation de la température des eaux (+ 1,5° à la vasque, + 1,8° au puisard) jusqu'en Août-Septembre, suivie par une décroissance plus faible et moins rapide que n'avait été l'augmentation.

Températures

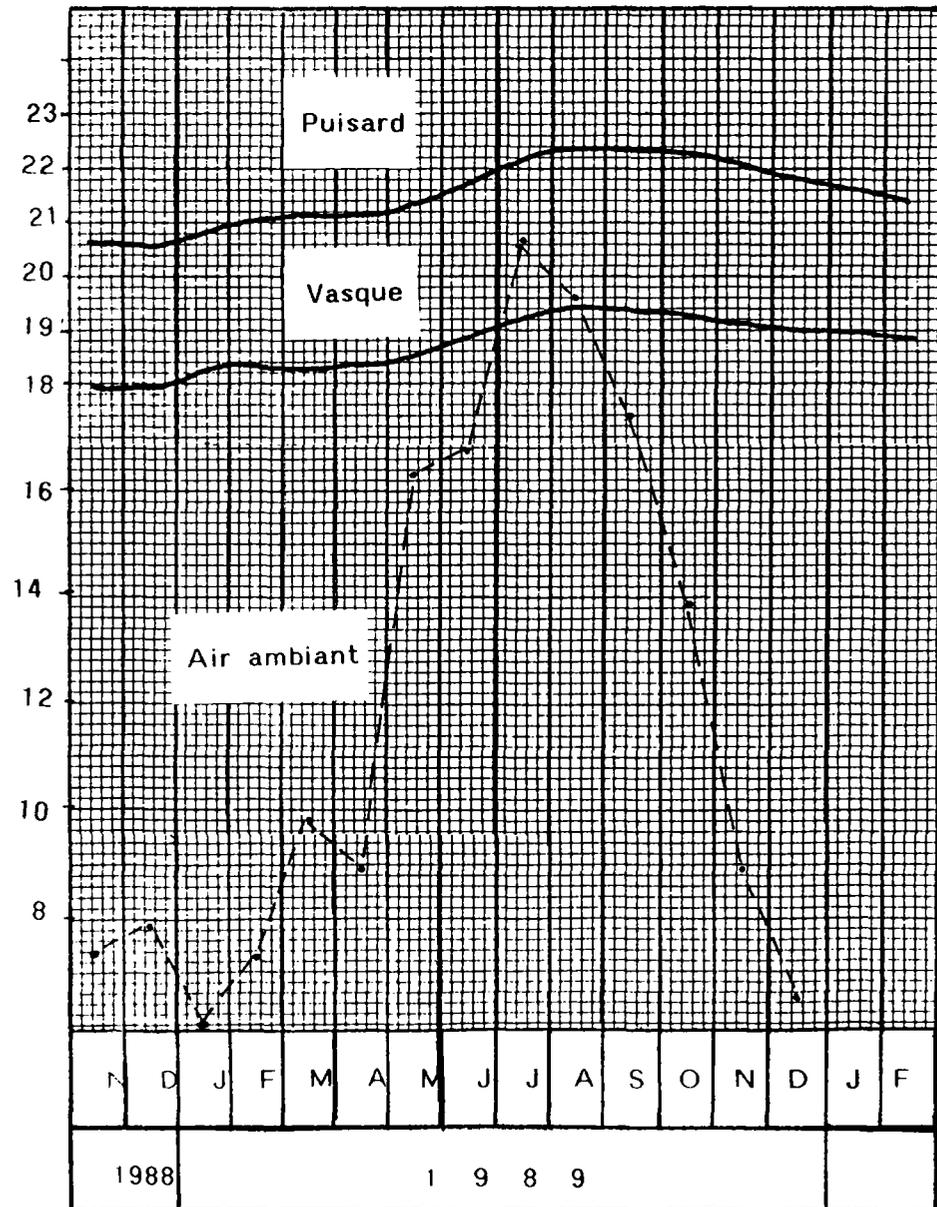


Figure 9

Deux phénomènes peuvent se conjuguer pour expliquer cette évolution. Le réchauffement de l'air ne peut intervenir directement sur la température de l'eau (l'air reste plus frais que l'eau), mais en réchauffant les premiers décimètres ou mètres du sol et du sous-sol, il limite le refroidissement de l'eau à son approche des points d'émergence. Les faibles pluies efficaces de l'hiver 1988-89 n'ont apporté qu'une recharge (en eau "fraîche") limitée des nappes supérieures, se traduisant par un moindre refroidissement des eaux plus chaudes.

Ceci tend à indiquer qu'un recaptage par forage devrait permettre d'améliorer sensiblement la température de l'eau de QUIP.

Hypothèses sur la profondeur atteinte par l'eau de QUIP

Le gradient thermique est réputé, en France, être de l'ordre de 30 m en moyenne (la température augmente de 1°C en 30 m d'approfondissement). Dans les roches anciennes qui constituent le socle armoricain, ce gradient est beaucoup plus faible, comme le montrent diverses mesures réalisées dans des forages. Le graphique ci-après montre deux exemples, de profils de températures, significatifs de ce qui est trouvé habituellement en Bretagne, réalisés dans un forage de 100 m de profondeur (granite de Fougères) et dans un forage de 60 m (granulite de Saint Malo).

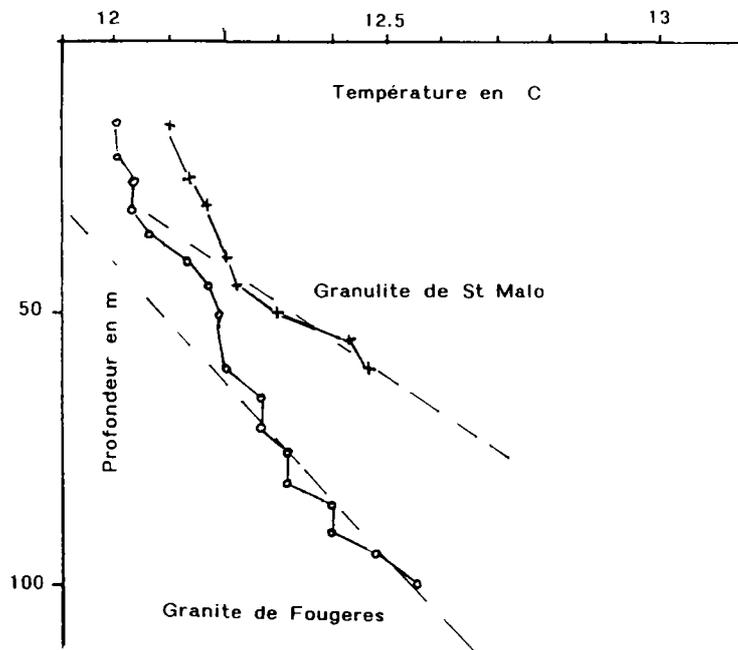


Fig. 10 - Gradients thermiques mesurés dans des forages

A partir d'une certaine profondeur, les accroissements de température s'alignent approximativement selon des droites dont la pente correspond à un gain de 1°C pour 70 m d'approfondissement à St Malo, et de 1°C pour 90 m d'approfondissement à Fougères. On peut en conclure que l'eau de Quip, plus chaude d'une dizaine de degrés que la normale a suivi un cheminement l'amenant jusqu'à plusieurs centaines de mètres en profondeur (vraisemblablement, entre 500 et 1000 m), ce qui suppose l'existence d'une faille permettant une remontée suffisamment rapide pour que la température acquise soit en grande partie conservée.

Remarques

1) - D'autres processus que la profondeur peuvent contribuer au réchauffement des eaux souterraines :

- des réactions chimiques exothermiques. Liées essentiellement à l'oxydation des sulfures, ces réactions ne semblent pas présentes à QUIP (ou du moins, pas de façon importante), le fer et les sulfates qui en sont les témoins étant peu abondants dans l'eau des sources,
- la radioactivité naturelle produit également de la chaleur (1 gramme de radium dégage 137 calories par heure).

Bien que très faible à QUIP, la radioactivité peut, localement accroître le gradient thermique.

2) - La température des eaux minérales françaises varie de 83°C (Chaudes-Aigues) à 11° (Evian, Contrexeville). L'eau de la station thermale de Bagnoles-de-l'Orne est à 24,3°C ; les eaux de Beaucens-les-Bains (Hautes Pyrénées) sont à 18° et 14°5.

Diverses typologies ont été proposées pour classer les eaux selon leur température ; l'une d'elle, assez couramment utilisée, distingue les eaux :

- hypothermales: températures inférieures à 20° C,
- tièdes : 20 à 30°C
- chaudes : 30 à 50°C
- hyperthermales : température supérieure à 50°C.

4.3. COMPOSITION DE L'EAU

4.3.1. Analyses

Au total, 7 analyses sont disponibles, 4 sur l'eau de la vasque, 3 sur celle du puisard : une analyse réalisée en 1969 par l'ENSP sur l'eau de la vasque, portant sur les éléments majeurs, deux analyses réalisées en Janvier 1987 par le BRGM (vasque et puisard), s'intéressant principalement aux métaux et quatre analyses de l'ENSP (vasque et puisard, Novembre 1988 et Avril 1989) portant sur la microbiologie, les éléments majeurs et mineurs, les traces et la radio-activité. Les fiches d'analyse sont reproduites en annexe, les résultats physico-chimiques sont regroupés sur le tableau qui suit de façon à faciliter les comparaisons.

Microbiologie : sur les quatre analyses réalisées, une seule a constaté la "présence de quelques bactéries coliformes d'origine fécale dans 100 ml" (puisard, prélèvement du 11 Avril 1989) ; les sources ne bénéficiant d'aucune protection particulière, ces résultats doivent être considérés comme excellents.

Autres éléments : la comparaison des analyses disponibles montre que :

1) - **les eaux de la vasque et du puisard sont identiques**, elles ont la même origine. Les autres résurgences et écoulements diffus visibles entre la maison familiale et la vasque n'ont pas fait l'objet d'analyses. Des mesures de résistivité (janvier 89) confirment que ces eaux sont très proches de celles de la vasque et du puisard, les minéralisations légèrement plus faibles étant dues à des dilutions un peu plus importantes par les eaux peu profondes.

- source du petit moulin : 810 Ω cm à 20°C,

- suintements dans le secteur de "l'amphithéâtre" environ 780 Ω cm,

- suintements dans le secteur du puisard : résistivité identique à celle du puisard,

- mares dans lesquelles s'écoule le trop plein de la vasque : 800 à 940 Ω cm (on y a mesuré des teneurs en chlorures allant de 425 à 450 mg/l).

Les valeurs indiquées correspondent à des minéralisations (R. RICHARD et NGUYEN VAN CU) comprises entre 800 et 970 mg/l ; la vasque et le puisard, avec une résistivité moyenne de 650 Ω cm à 20° C sont minéralisés à 1170 mg/l.

En Bretagne, les eaux souterraines ont une résistivité comprise la plus souvent entre 3000 et 6000 Ω cm (minéralisation globale : 130 à 250 mg/l). Une mesure faite au nord, en aval des sources "chaudes" sur une petite émergence située en contrebas de la salle polyvalente indique 4188 Ω cm (soit 184 mg/l de minéralisation totale), valeur pouvant être considérée comme représentative du contexte local "normal".

2) - **La composition est remarquablement constante dans le temps**. Les rares divergences pouvant être jugées significatives peuvent raisonnablement être soupçonnées d'être dues à des problèmes liés aux techniques analytiques ou à la retranscription des résultats :

- l'ion sulfate est 2 fois moins abondant à l'analyse de 1969 qu'aux quatre autres analyses où il a été dosé,

- l'ion aluminium est mesuré à 0,4 mg/l en 1969 alors que les autres analyses indiquent des valeurs allant de moins de 0,005 mg/l à 0,13 mg/l,

- les concentrations en Baryum sont de 20 μ g/l (analyses ENSP), ou de 247 à 306 μ g/l (analyses BRGM).

Les manifestations thermales du Moulin de Quip à Allaire (56)

Analyses réalisées par le Laboratoire des Eaux de l'Ecole Nationale de la Santé Publique de RENNES

Date du prélèvement	Source de la Vasque			Puisard		Analyses BRGM (ICP)	
	17.7.69	14.11.88	11.4.89	15.11.88	11.4.89	Vasque	Puisard
EXAMEN PHYSIQUE							
Température de l'eau (mesure sur le terrain) °C		18	18	20,7	20,8		
Turbidité (NTU)		0,6	3	1,8			
Résistivité (en Ω cm à 20°C)	603	635	640	665	670		
pH	6,9	7	7,05	7	7,1		
Couleur (mg/l de Pt)	10	20	<5	5	<5		
ANALYSE CHIMIQUE							
Titre alcalimétrique (TA) (degrés français)	0	0	0	0	0		
Titre alcalimétrique complet (TAC) (degrés français)	8	8	7,7	8	7,7		
Titre hydrométrique (TH) (degrés français)	37	37,9	39,6	36,3	37,4		
Oxydabilité au KMnO4 en milieu alcalin (mg/litre (O2))	0,45	0,5	0,2	0,2	0,2		
Anhydride carbonique kuvre (CO2) (mg/litre)		17,6	17,6	16,5	15,4		
Oxygène dissous (O2) (mg/litre)		0,9	1	1,7	1,6		
Silice (en SiO2) (mg/litre)	38	33,2	35	32,7	33	41	41
Hydrogène sulfuré (H2S) (mg/litre)		<0,05		<0,05			
1° CATIONS mg/l							
Calcium, en Ca ++	108,8	111	105	101	105	114	109,6
Magnésium, en Mg ++	24	27	32,7	26	30,9	26,4	25,8
Ammonium, en NH4 +	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		
Sodium, en Na +	190	210	233	202	212	213	204
Potassium, en K +	3,3	8,5	7	7,8	6,8		
Fer, en Fe ++	0,45	0,71	0,42	0,35	0,33	0,26	0,23
Manganèse, en Mn ++	0,4	0,51	0,5	0,45	0,47	0,41	0,38
Aluminium, en Al+++	0,4	0,01	0,13	<0,005	0,07	0,04	0,05
2° ANIONS mg/l							
Carbonate, CO3--	0	0	0	0	0		
Hydrogénocarbonate, HCO3	92,6	97,6	94	97,6	94		
Chlorure, Cl--	503,5	500	540	480	520		
Sulfate, SO4--	18,7	37	36	36	35		
Nitrite, NO2--	0	<0,07	<0,01	<0,01	<0,01		
Nitrate NO2--	0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
Phosphate, PO4 ---	0	<0,02	<0,05	<0,02	<0,05		
RECHERCHES SPECIALES μg/l							
Phénols		<10	<10	<10	<10		
Cyanure (CN-)							
Fluore (F-)		1350	1440	1450	1510		
Arsenic (As)		<2	<2	<2	<2	<20	<20
Mercure (HG)		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
Sélénium		<1		1			
Cuivre (Cu)		<10	<10	<10	<10	<5	<5
Cadmium (Cd)		1	2	2	<1	<5	<5
Plomb (Pb)		5	<1	5	<1	<20	27
Zinc (Zn)		88	37	37	17	68	110
Chrome total (Cr)		1,5	2	<0,5	1	<20	<20
Nickel		5		5		<20	<20
Bore		110		85		63	70
Antimoine		40		40		30	67
Argent		<1		<1		<5	<5
Baryum		20		20		247	306
Cobalt		<5		<5		<20	<20
Etain		<20		<20		24	36
Molybdène		<5		<5		<20	<20
Vanadium		<5		<5		<20	<20
Lithium			760 (1)		780 (1)		
Strontium						1255	1181
Cérium						<20	<20
Tungstène						<20	21
RADIOACTIVITE Becquerel/l							
β totale		0,36	0,52	0,33	0,55		
α totale		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		

(1) le lithium a été dosé sur des échantillons prélevés le 20-01-1989

4.3.2. Caractéristiques de l'eau de QUIP

C'est une eau faiblement radioactive, à pH neutre, hypothermale à tiède. Par ses éléments majeurs, elle est chlorurée-sodique -avec moins de 1500 mg/l, elle reste cependant "faiblement minéralisée-, riche en calcium et magnésium ; elle contient du fer (0,23 à 0,71 mg/l) et du manganèse (0,38 à 0,51 mg/l).

En éléments mineurs, traces, oligo-éléments, elle contient Fluor (1,35 à 1,51 mg/l), strontium (1,18 à 1,25 mg/l), Bore (63 à 110 µg/l), Baryum (20 ou 247 à 306 µg/l), Lithium (760 à 780 µg/l), Zinc (17 à 110 µg/l) et Antimoine (30 à 67 µg/l).

4.3.3. L'eau du Moulin de QUIP et l'eau de consommation

Trop minéralisée, l'eau du Moulin de QUIP ne répond pas aux normes des eaux potables des distributions publiques (cf. tableau ci-après) :

- elle contient du fer et du manganèse en excès, substances qui seraient faciles à extraire par un traitement physique (oxydation, filtration) ; sa concentration est trop forte en chlorure et sodium ; l'antimoine est également hors normes, la limite supérieure de potabilité étant fixée à 10 µg/l par la législation. J. RODIER (l'analyse chimique et physico-chimique de l'eau - DUNOD, 1971) note, à propos de cette substance :

"l'antimoine s'élimine par la voie intestinale et la voie rénale. Il semble que sa valence exerce une influence sur la vitesse d'excrétion, l'antimoine trivalent étant beaucoup moins éliminé que l'antimoine pentavalent. Une teneur en antimoine de 0,1 mg/l d'eau serait à considérer comme concentration limite".

La distribution gratuite, ou la vente, de l'eau du Moulin de QUIP ne peut en conséquence se concevoir que dans la mesure où elle serait agréée comme Eau Minérale.

LES NORMES DE QUALITE

Des ressources et des eaux destinées à la consommation humaine

Paramètres	Unités	Normes de qualité	
		Eaux potables	Ressource
A - Paramètres Organoleptiques			
01 Couleur	mg/lPt	15	200
02 Turbidité	NTU	2	
03 Odeur	Tx Dilut.	2 à 12°-3 à 25°	
04 Saveur	Tx Dilut.	2 à 12°-3 à 25°	
B - Paramètres Physico-chimiques			
05 Température	°C	25	25
06 pH		6,5 à 9	
07 Conductivité	µS/cm	NFJ	
08 Chlorure	Cl	200	200
09 Sulfates	SO ₄	250	250
10 Silice	SiO ₂	NFJ	
11 Calcium	mg/l	NFJ	
12 Magnésium	mg/l	50	
13 Sodium	mg/l	150	
14 Potassium	mg/l	12	
15 Aluminium total	mg/l	0,2	
16 T.A.C.	°F	NFJ	
17 Résidu sec	mg/l	1500	
18 Oxygène dissous	% sat.	NFJ	30*
19 Gaz carbonique libre	mg/l	NFJ	
C - Substances indésirables			
20 Nitrates	NO ₃	50	100 50*
21 Nitrites	NO ₂	0,1	
22 Ammonium	NH ₄	0,5	4
23 Azote Kjeldahl	N	1	

*eaux de surface
NFJ : valeur limite non fixée à ce jour

Paramètres	Unités	Normes de qualité	
		Eaux potables	Ressource
24 Oxydabilité au KMnO ₄ O ₂	mg/l	5	10
25 COT	mg/l	NFJ	
26 H ₂ S		non détectable à l'odor	
27 SEC	mg/l	NFJ	
28 Hydrocarbures dissous	µg/l	10	1000
29 Phénols	µg/l	0,5	100
30 Bore	µg/l	NFJ	
31 Détergents anioniques	µg/l	200	500
32 Organochlorés	µg/l	(1)	
33 Fer	µg/l	200	
34 Manganèse	µg/l	50	
35 Cuivre	mg/l	1	
36 Zinc	mg/l	5	5
37 Phosphore	P ₂ O ₅	5	
38 Fluorures	mg/l	1,5	
39 Cobalt	mg/l	NFJ	
40 Matières en suspension	mg/l	NFJ	
41 Chlore résiduel	mg/l	NFJ	
42 Baryum	mg/l	NFJ	1000*
43 Argent	µg/l	10	
D - Substances toxiques			
44 Arsenic	µg/l	50	100
45 Béryllium	µg/l	NFJ	
46 Cadmium	µg/l	5	5
47 Cyanure	µg/l	50	50
48 Chrome	µg/l	50	50

(1) Valeurs limites recommandées
Tétrachlorure de C 3 µg/l
1,2 Dichloroéthane ou Tétrachloréthylène 10 µg/l
Trichloréthylène ou Chloroforme 30 µg/l

Paramètres	Unités	Normes de qualité	
		Eaux potables	Ressource
49 Mercure	µg/l		
50 Nickel	µg/l	50	
51 Plomb	µg/l	50	50
52 Antimoine	µg/l	10	
53 Sélénium	µg/l	10	10
54 Vanadium	µg/l	NFJ	
55 HPA (6 substances)	µg/l	0,2	
dont Benzo 3,4 pyrène		0,01	
E - Paramètres microbiologiques			
57 Coliformes totaux	N/100 ml	0 pour 95 % des analyses	
58 Coliformes thermotolérants	N/100 ml	0	20 000
59 Streptocoques fécaux	N/100 ml	0	10 000
60 Clostridium	N/100 ml	5	
61 Bactéries revivifiables	N/ml	NFJ	
Staphylocoques pathogènes	N/100 ml	0	
Salmonelles	N/5 l	0	
Bactériophages fécaux	N/50 ml	0	
Entérovirus	N/10 l	0	
F - Pesticides			
55 Total	µg/l	0,5	
Par substance		0,1*	Parathion 5
Sauf aldrine et dieldrine		0,03	HCH 5
Hexachlorobenzène		0,01	Dieldrine 5
PCB et PCT		0,5	

(2) Distribution autorisée, sous certaines conditions, jusqu'à 2 µg/l pour l'atrazine et 17 µg/l pour la simazine.

Tableau édité par Lyonnaise des Eaux Dumer, dans le cadre du Centre International de Recherche sur l'Eau et l'Environnement

5. POSSIBILITES DE VALORISATION

Différents types de valorisations peuvent être envisagés, dont la faisabilité peut rester à ce jour hypothétique, car liée au débit utilisable que permettrait un recaptage en profondeur, à un avis de l'Académie de Médecine, etc

5.1. VALORISATION A VOCATION PEDAGOGIQUE

Sans aménagement important, l'étrangeté, le "non conformisme" des sources du Moulin de QUIP peut constituer le point fort d'un circuit de "découverte de la nature" basé sur la géologie de cette partie du Massif Armoricaïn et sur le cycle de l'eau.

Le circuit peut présenter différents types de roches, la faille de l'étang, et son "miroir" ; le contact entre les schistes et les granites pourrait être dégagé à un endroit pour être bien visible, des panneaux informatifs exposant le contexte géologique et les mécanismes thermo-minéraux. La visite d'une source "ordinaire" compléterait la démarche en appuyant sur le caractère exceptionnel des sources chaudes et permettant d'introduire les notions d'environnement liées à la protection de la qualité des eaux.

Un tel circuit doit intéresser une catégorie de touristes et vacanciers ; il devrait être largement fréquenté par les groupes scolaires.

5.2. VALORISATION ENERGETIQUE

Les aménagements évoqués au chapitre précédent n'étaient que de type paysager, pour améliorer l'aspect visuel de l'existant, en renforcer le caractère démonstratif. Ici, comme pour les hypothèses de valorisation qui suivent, les sources en l'état ne sont plus suffisantes. Il convient d'envisager de regrouper les diverses émergences par un forage de façon à disposer d'un débit amélioré. le recaptage en profondeur (cf. chapitre 6), limitant les échanges entre l'eau profonde et la nappe phréatique supérieure irait, par ailleurs, dans le sens d'une augmentation de la minéralisation et de la température.

Sous réserve d'un débit suffisant les calories de l'eau de QUIP peuvent être exploitées, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une pompe à chaleur Eau Eau, pour la production de chaleur.

A ce titre d'exemple : on peut penser que l'eau captée par un forage serait à une température voisine de 25°C ; une pompe à chaleur prélevant 18°C produirait, par m³/heure d'eau utilisée, une puissance de 21 kw, 2,5 à 3 m³/heure, permettrait d'assurer le chauffage de 1000 m² de serres. Le recaptage par forage devrait permettre d'obtenir au moins 10 à 15 m³/heure.

5.3. EXPLOITATION A DES FINS SPORTIVES ET LUDIQUES

Une piscine d'eau naturellement saine et tiède, accompagnée de jeux d'eau divers, plus ou moins développés selon les débits disponibles peut présenter un intérêt dépassant le seul cadre de la commune d'Allaire et permettre de conforter la fréquentation du Village Vacances.

5.4. EMBOUTEILLAGE, THERMALISME

A priori, ce type de valorisation est le plus intéressant en termes de chiffre d'affaires et de création d'activités. Il faut rappeler que la législation française définit les eaux minérales comme étant des eaux douces de qualités thérapeutiques reconnues par l'Académie Nationale de Médecine et dont l'emploi est autorisé par le Ministère chargé de la santé.

Le texte qui suit synthétise la procédure des demandes d'autorisation d'exploitation ; il est emprunté à "Terroirs et thermalisme de France", ouvrage publié sous la direction de Ch. POMEROL et J. RICOUR (édition du BRGM - 1992).

"L'autorisation d'exploiter une eau minérale est donnée, en application du décret du 28 Mars 1957 sur la police et la surveillance des eaux minérales, par arrêté du ministre chargé de la santé.

La demande en autorisation est adressée, en 4 exemplaires, au Préfet du département dans lequel est située la source. Elle précise, dans le cas d'une nouvelle source, qu'il s'agit d'une autorisation d'exploitation à l'émergence. Elle est accompagnée des pièces suivantes :

- extrait de la carte à 1/50 000 et plan précisant l'emplacement de la source,
- état descriptif des travaux déjà exécutés et programme des travaux de captage et d'aménagement projetés,
- le cas échéant, copie des actes établissant les possibilités qu'a juridiquement le demandeur, d'assurer la protection sanitaire de la source,
- un engagement à ne pas altérer la nature et la composition chimique de l'eau.

Un nom doit être donné à la source, nom qui doit être distinct du nom de toute autre source d'eau minérale autorisée, et choisi en dehors de toute dénomination géographique.

Le Préfet consulte les représentants locaux des Ministères chargés des mines et de la santé qui:

- établissent un constat de l'état des lieux,
- font effectuer des analyses bactériologiques et chimiques (y compris la radioactivité et les gaz dissous) par un laboratoire agréé par le Ministère chargé de la santé,
- définissent le régime d'exploitation et les mesures à prendre pour préserver la ressource tant au plan qualitatif que quantitatif.

Muni de ces informations, le Préfet consulte le Conseil départemental d'hygiène et transmet ensuite le dossier, avec son propre avis, au Ministère chargé de la santé. Ce dernier l'envoie à l'Académie de médecine pour avis au vu des résultats d'analyses effectuées par le Laboratoire national de la santé.

Dans le cas d'une eau nouvelle, l'Académie de médecine examine, à ce stade, un dossier clinique que le pétitionnaire présente à l'appui de sa demande. Ce dossier clinique n'est pas requis par les textes réglementaires mais est nécessaire à l'aboutissement de la demande.

Compte tenu de l'avis de l'Académie de médecine, le Ministère chargé de la santé statue sur l'exploitation, en tant qu'eau minérale naturelle à l'émergence, par arrêté dont la mention est publiée au Journal officiel.

Le décret de 1957 prévoit, en plus, d'autres types d'autorisation : transport à distance par canalisation ; mélange de deux ou plusieurs sources de compositions chimiques voisines, et certains traitements comme la déferrisation suivie d'une regazéification de l'eau avec le gaz même de la source ou même, depuis le décret du 6 Juin 1989, la gazéification de l'eau minérale par adjonction de gaz carbonique industriel ou la dégazéification complète de l'eau.

Pour passer de l'autorisation d'exploiter l'eau minérale "à l'émergence", à celle de l'utiliser dans un établissement thermal il existe tout un ensemble de procédures spécifiques qui font intervenir, entre autres, le Haut Comité du thermalisme et du climatisme qui donne un avis sur les orientations thérapeutiques de la station thermale. Le Ministère chargé de la santé prend une décision sur la reconnaissance de l'établissement par la Sécurité Sociale.

L'embouteillage de l'eau minérale, en vue de la vente ou de la distribution à titre gratuit, fait l'objet d'une autorisation spéciale délivrée en vertu du décret n° 64-1255 du 11 Décembre 1964, de l'arrêté du 21 Décembre 1964 et du décret du 6 Juin 1989.

En outre, les sources d'eaux minérales peuvent être déclarées "d'intérêt public" et pourvues d'un périmètre de protection (Loi du 14 Juillet 1856, article 1 et 2 ; et décret du 8 Septembre 1856). La protection particulière dont ces ressources bénéficient s'en trouve renforcée. Ces dispositions font l'objet de décrets rendus en Conseil d'Etat après avis : du Conseil général des mines ; du Conseil supérieur d'hygiène publique de France ; du Haut Comité du thermalisme et du climatisme ; de l'Académie nationale de Médecine de l'Institut d'hydrologie et de climatologie. A l'intérieur d'un périmètre de protection, tout travail souterrain : puits, forage, fouille, est soumis à déclaration ou autorisation préalables.

La réglementation stipule en effet que :

- " une eau minérale naturelle, telle qu'elle se présente à l'émergence, ne peut faire l'objet d'aucun traitement ou adjonction autres que ceux autorisés par arrêté ministériel et relatifs à :
- la séparation des éléments instables, par décantation ou infiltration, éventuellement précédée d'une oxygénation, ce traitement ne devant pas avoir pour effet de modifier la composition de l'eau dans ses constituants essentiels,
 - l'élimination de gaz carbonique par des procédés exclusivement physiques,
 - l'incorporation ou la réincorporation de gaz carbonique.

Ces traitements ou adjonctions ne doivent pas avoir pour but ou effet de modifier les caractéristiques microbiologiques de l'eau minérale naturelle. L'exploitant peut aussi être autorisé à transporter l'eau à distance par canalisations ainsi que son mélange à des eaux de propriétés analogues et de même origine géologique et, le cas échéant, à des gaz provenant de ces mêmes eaux ou, depuis le décret du 6 Juin 1989, par adjonction de gaz carbonique industriel. Ce même décret rend possible une dégazéification complète de l'eau minérale".

Il convient de noter par ailleurs que la nouvelle loi sur l'eau du 3 Janvier 1992 a étendu aux eaux minérales la possibilité de bénéficier de "périmètres de protection", procédure jusqu'ici réservée aux seuls gisements d'eaux destinées à la consommation humaine et aux eaux minérales déclarées, d'intérêt public.

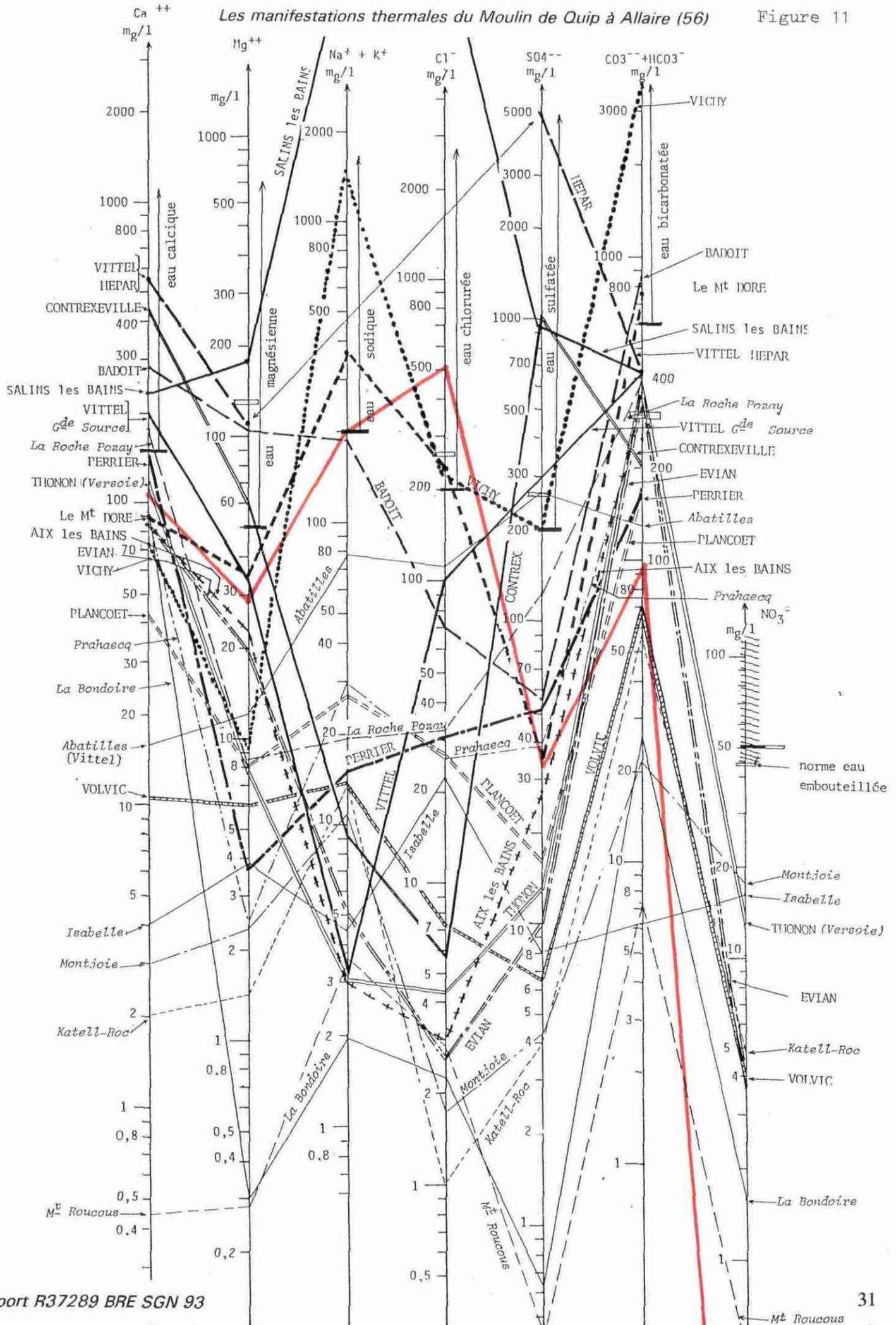
La procédure est donc complexe, un avis médical autorisé sur les propriétés thérapeutiques de l'eau considérée et ses contre-indications éventuelles étant au préalable indispensable.

5.4.1. Eaux conditionnées

Sur le diagramme qui suit (Université de Bretagne Occidentale - Pierre THONON, 1987) sont représentées les compositions en éléments majeurs des principales eaux embouteillées en France. Pour chaque élément sont indiqués les normes "eaux potables" et les seuils de "forte minéralité".

Les compositions et concentrations sont très diverses (des "eaux de source" aussi bien que des "eaux minérales" sont regroupées sur cette figure).

L'eau de QUIP (tracé en rouge) s'insère dans cette population sans étrangeté particulière ; on peut remarquer que son profil est très comparable à celui de l'eau le MONT D'OR.



5.4.2. Thermalisme

L'Ouest de la France est dépourvue de stations thermales, les plus proches étant Bagnoles-de-l'Orne (61) et la Roche-Posay (86).

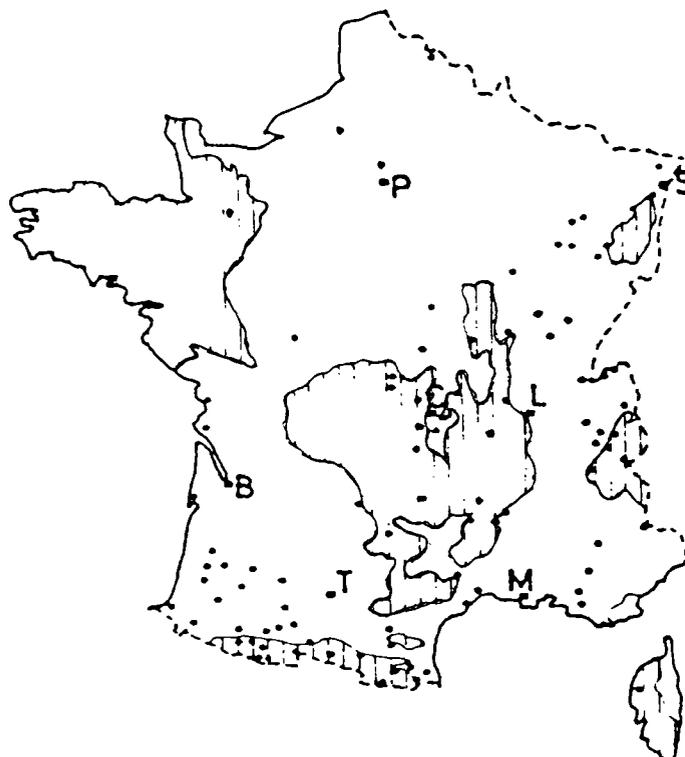
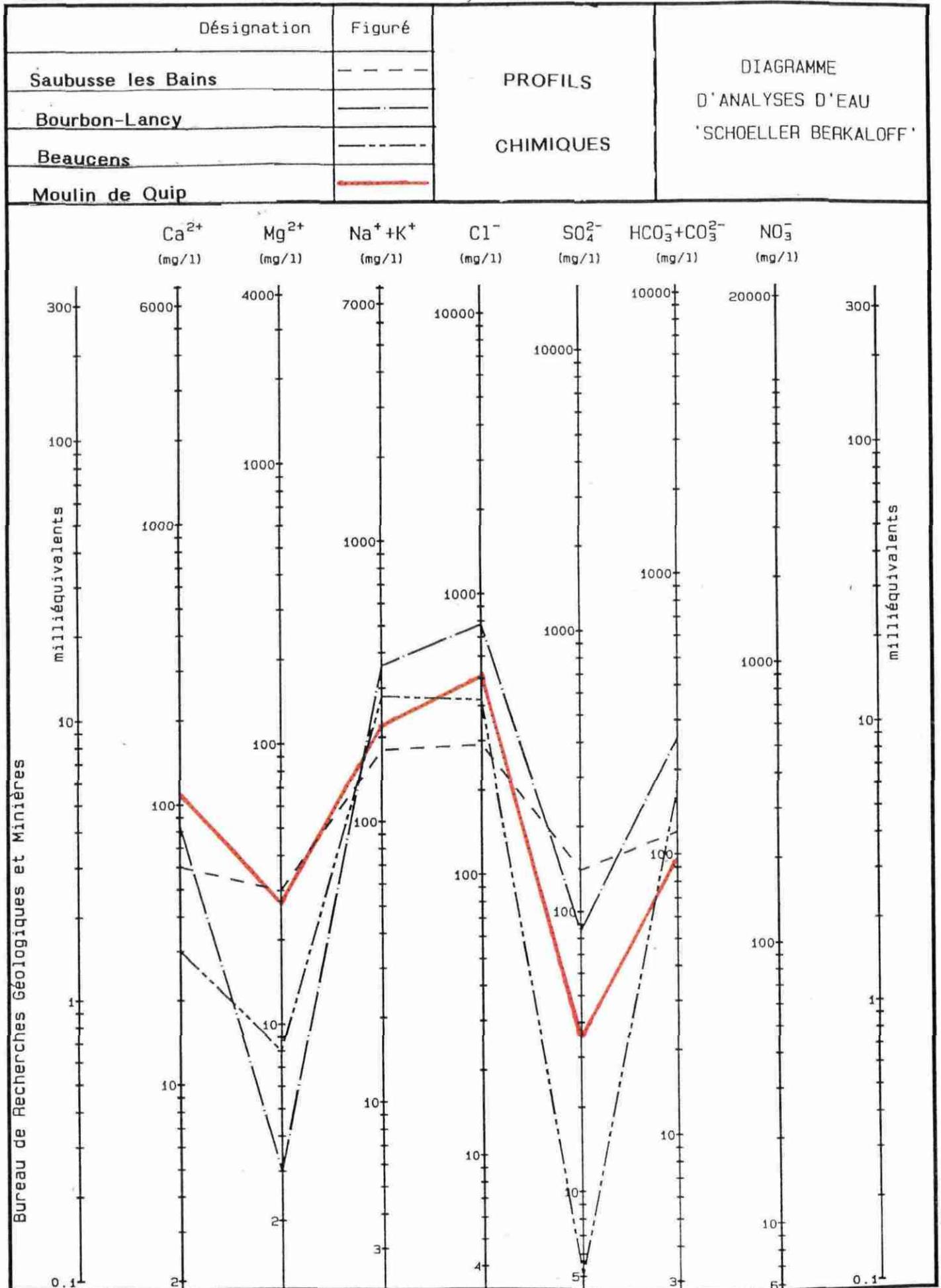


Fig. 12 - Répartition des principales stations thermales françaises

Dans la mesure où elle serait médicalement et administrativement possible, une station thermale bretonne devrait être considérée comme complémentaire aux établissements de thalassothérapie, et non comme leur concurrente ; elle devra s'adresser à une clientèle dépassant très largement le seul cadre régional, ce qui sera facilité par la réputation de la Bretagne et de son cadre de vie ainsi que par sa déjà très large fréquentation par des touristes et vacanciers originaires de divers pays d'Europe.

Le profil chimique de l'eau du moulin de QUIP est très voisin et très comparable à celui qu'on observe à des sources comme celles des stations thermales de Saubusse-les-Bains (Landes), Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire) ou Beaucens (Hautes Pyrénées), dont les propriétés thérapeutiques traitent les problèmes liés à la rhumatologie et aux séquelles de traumatismes ostéo-articulaires.

Aux émergences, la température de l'eau est de 54 à 60°C à Bourbon-Lancy, de 39°C à Saubusse-les-Bains, et de seulement 14,5 à 18°C à Beaucens.



Avis extérieurs

Madame le Professeur DE ROECK du centre Atlantique de Cosmétologie, établit des comparaisons et souligne les points de ressemblance entre l'eau de QUIP et diverses eaux minérales. Elle souligne les incertitudes quant à la toxicité de l'Antimoine (et du Baryum) aux concentrations mesurées. La méfiance émise par le Professeur DE ROECK, relative à l'origine éventuelle du Cl semble sans objet ; il paraît clair qu'il s'agit de chlorures (sodium, calcium, et magnésium) résultant de la dissolution de minéraux de la roche aquifère, facilitée par la température et la durée des trajets. Il est également possible que le chlorure de sodium provienne des restes de la dernière submersion marine datant de l'ère tertiaire (5 à 10 millions d'année).

Le Docteur Paul FLEURY, Président du Syndicat National des Médecins des Stations Thermales, Marines et Climatiques a également été consulté (sur la base d'un dossier préliminaire ne contenant pas les analyses détaillées), par Monsieur le Maire de Roscoff, à la demande de Monsieur le Maire d'Allaire.

Dans sa réponse, il souligne l'insuffisance du débit des sources de QUIP et des températures (que, d'ailleurs il sous estime), en indiquant qu'entre embouteillage et activité thermique, c'est cette dernière qui lui paraît le bon choix.

**AVIS SUR L'EAU D'ALLAIRE EN VUE
D'UNE INSTALLATION D'UNE ZONE DE DETENTE S'APPUYANT
SUR L'HYDROTHERAPIE**

Par Madame Le Professeur Y. DE ROECK-HOLTZHAUER, Présidente du Centre Atlantique de Cosmétologie

"Nous avons été contacté par le BRGM pour donner notre avis sur des eaux émergeant sur la commune d'Allaire au lieu dit "Moulin de KIP".

Nous nous sommes rendus à Allaire pour examiner le site et les conditions d'émergence et de captation des deux sources, qui avaient fait l'objet de prélèvements dénommés : vasque et puisard.

- * L'eau limpide comporte des concrétions flottantes brunes très dispersibles et sort à une température de 18 à 20°.
- * L'eau jaillissante est une eau minérale très chlorée puisqu'avec 480 à 500 mg de chlore par litre, elle dépasse le taux de la plupart des eaux minérales embouteillées.
A titre d'exemple, l'eau de Vichy Grande Grille en contient 367,5 mg et du Boulou 469 mg pour la source Janette.
- * Son taux de sodium 202 à 210 mg/litre est voisin de l'eau d'Asperjoc (07) 211,5.
Toutefois, Vichy Grande Grille a un taux de 1890 mg/litre, Vichy Hôpital 1875.
Rappelons que nous avons une teneur en chlore supérieure à celle de Vichy Grande Grille.

L'eau d'Allaire n'est donc pas très chlorurée sodique par rapport aux eaux de Vichy, mais comporte un taux important de chlore dont il faudrait rechercher la nature.

- * Elle est aussi ferrugineuse que l'eau de Vichy : 0,71 mg/litre pour l'un des prélèvements, et 0,70 mg/litre pour Vichy Grande Grille.
- * Elle est intéressante en manganèse : 0,45-0,51 mg/litre, proche de celle de Boulou (66) Source Janette à 0,54 mg/litre, nettement moins cependant que Saint Galmier Badoit : 0,80 mg/litre.
- * Elle est assez fluorée 1,350 à 1,450 mg/litre en notant qu'à partir de 1,5 mg/l une eau minérale est dite fluorée selon la Réglementation Suisse.
Elle est légèrement supérieure à celle de Dax, source Elvina 1,3 mg/litre.
Voisine de la teneur de l'eau du Boulou, source Janette 1,4 mg/litre.
Notons cependant que l'eau de Vichy en contient environ 8 mg/litre tant Grande Grille que Source Hôpital.
- * Son taux de magnésium 25 à 27 mg/litre est voisin de celui de Vals les Bains, Source Favorite-Délicieuse 24,9 Vittel Hepar atteignant 118 mg/litre.

- * Sa teneur en calcium, 105 à 111 mg/litre est voisine de celle de Vichy Grande Grille 101 mg/litre et de Brignancourt (95) source Saint Jean 110,8.
Rappelons que Vittel Hepar à 575 mg/litre.
- * Son taux de potassium 7,8 à 8,5 mg/litre est voisin de Saint Amand les Eaux.
Vichy Source Hôpital présentant un taux de 98 mg/litre, Vichy Saint Yorre 106,5.
- * La teneur en sulfate 36 à 37 mg/litre se rapproche de celle de la source Gonzembach de Soultzbach les Bains (68), teneur faible si on la compare à Vittel Hepar à 1424 mg/litre.
- * La teneur en nitrate < 0,5 mg/litre est correcte pour une eau potable.
- * Le taux de bicarbonate de 97,6 mg/litre se rapproche de celle d'Arcachon Sainte Anne (33) avec 111,02 mg/litre, très faible par rapport à une eau bicarbonatée sodique comme les Eaux de Vichy.
- * Ce serait une **eau potable** au niveau des phosphates 10,02 mg/litre et il est bien que le taux de phénols soit inférieur à 10 µg, de l'arsenic à 2 µg et du sélénium à 1 µg/litre.
- * Le cadmium de 1 à 2 µg/litre est voisin de l'eau de Ventadour à Meyras (07) et le plomb 5 µg/litre de l'eau de Saint Amand les Eaux.
- * Notons peut-être un intérêt pour le taux de zinc 37 à 88 µg/litre avec deux eaux comparables: Saint Galmier eau de Badoit 42 µg/litre, Vittel Hepar atteignant 96 µg/litre.
Le zinc a été trouvé intéressant en applications cutanées.
- * Taux de Bore : 85 à 110 µg/litre voisin de Saint Amand les Eaux, 90 µg/litre.
- * Nous n'avons trouvé aucune étude sur le baryum à un taux de 20 µg/litre, ni pour l'antimoine 40 µg/litre, mais il faut souligner la solubilité de ces métaux à l'état de chlorures seulement, et dont on peut suspecter la toxicité.
- * **En résumé**, l'eau d'Allaire est une eau non potable en raison des taux en :

	Taux autorisé	Eau d'Allaire
Sodium	150 mg	202-210 mg
Fer	< 0,1 mg	0,35-0,71 mg
Manganèse	< 0,05 mg	0,51 mg
Chlorure	200 mg	480-500 mg

On peut souligner l'intérêt en hydrothérapie de son taux en fluor, en zinc et en magnésium mais se méfier du taux de chlore en souhaitant qu'il ne soit pas dû à une infiltration, et des taux de baryum et d'antimoine."

Syndicat National des Médecins des Stations Thermales,
Marines et Climatiques de France

ENGHIEN, le 17 Décembre 1988

Monsieur Michel MORVAN
Maire de la Ville de ROSCOFF
Conseiller Régional

Le Président,

Cher Ami,

J'ai bien étudié le dossier relatif à la source du "MOULIN DE QUIP" que vous m'avez adressé. Le premier élément mauvais de cette affaire est l'insuffisance de débit de la source, en particulier pour une orientation thérapeutique éventuelle en rhumatologie et dermatologie, qui nécessite des quantités très importantes d'eau. Six mètrescubes heure est pratiquement un élément faible. Aussi la question primordiale est de savoir s'il est possible d'obtenir un volume suffisant en mettant au jour des possibilités plus grandes de ce gisement. Cet obstacle levé le projet mérite attention et prise en compte d'une façon très sérieuse sans se cacher la face devant les difficultés d'étude, de recherche et de processus administratif. Un handicap est la température basse de l'eau (entre 15° et 18°) d'où nécessité de chauffage.

L'article sur le thermalisme en Alsace est très encourageant mais la proximité de l'Allemagne est un des éléments le plus favorable à première vue, mais il faut savoir aussi que 30 % des patients français qui sont justiciables de cures vont l'excuter en Allemagne.

Je vous mets en garde contre l'ogанизation de l'environnement thermal (hôtel, complexe de tourisme ou de loisirs ...) Avant que la certitude de l'exploitation du gisement thermo minéral soit requise, car ceci ne constituera plus un élément

.../...

Syndicat National des Médecins des Stations Thermales,
Marines et Climatiques de France

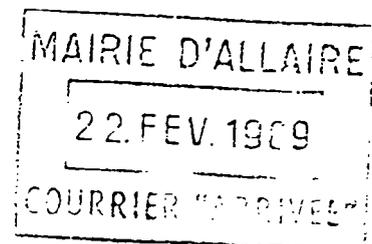
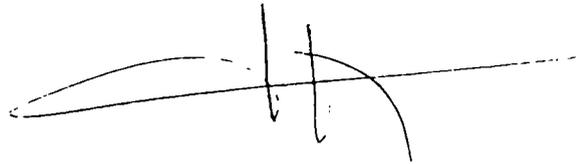
suffisant pour entraîner maintenant la décision du Haut Comité Consultatif du Thermalisme.

Quant à l'embouteillage je crois qu'il faut faire un choix et dans l'alternative choisir l'exploitation éventuellement thermale.

Je vous recommande à mon Ami, le Professeur LAUGIER, Professeur Hydrologue à la Faculté de Pharmacie de Chatenay Malabry qui est un géologue spécialisé dans le domaine thermal et peut apporter à Monsieur le Maire d'Allaire une aide très précieuse.

Par ailleurs je vous adresse le texte des critères que le syndicat national a établis à la demande du Président du Haut Comité consultatif du thermalisme auprès du Ministre de la Santé de cet organisme où je siège afin de guider leurs décisions, d'agrément des stations ou de pratiques thermales nouvelles.

Je serais content d'être tenu au courant de l'évolution de cette affaire et vous prie Monsieur le Maire et Cher Ami de croire à l'assurance de mes sentiments les meilleurs.



6. RECAPTAGE EN PROFONDEUR

Les émergences des sources thermales obéissant à la loi du moindre effort (cf. MORET, 1946), en choisissant le plus souvent pour émerger les points les plus bas de la topographie où, pour venir en surface, elles ont une moindre charge hydrostatique à vaincre.

Au moulin de QUIP, aux émergences individualisées (vasque, puisard, petit Moulin) s'ajoutent des zones d'émergences diffuses visibles (engorgement du sol, suintements) et, très probablement, compte tenu de la morphologie des lieux, des émergences non visibles aux points les plus bas.

L'objectif du recaptage est de recouper par un forage de profondeur modérée (100 à 150 m) plusieurs fissures productives (en fait, le plus grand nombre possible), en offrant ainsi à l'eau en charge, qui cherche son chemin vers la surface, un cheminement aisé et sans perte de charge, qu'elle empruntera préférentiellement. Le forage permet d'améliorer très sensiblement le débit disponible (à QUIP, on peut raisonnablement espérer obtenir 10 à 20 m³/heure) tout en limitant fortement les échanges physico-chimiques et thermiques entre l'eau thermique et la nappe plus superficielle.

L'emplacement du forage de recaptage n'est pas indifférent. Plusieurs essais (2 ou 3 sondages de reconnaissance) pourraient être nécessaires, eux-mêmes précédés d'une étude d'implantation utilisant les procédés géophysiques (sondages électriques) et l'analyse des émissions de gaz Radon par le sol.

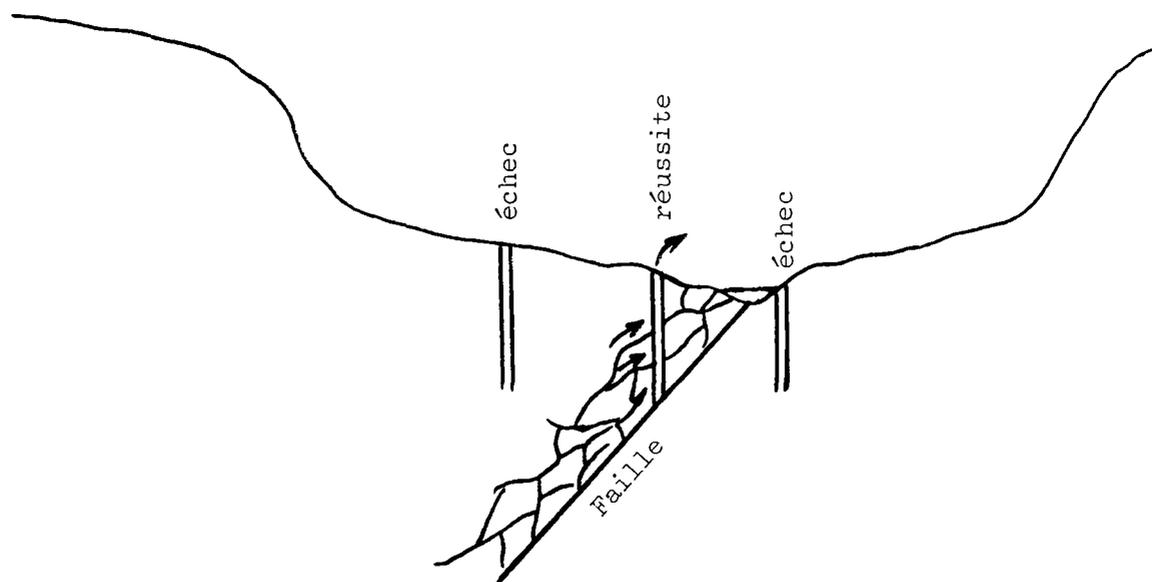


Schéma sans dimension

Fig. 14 - Principe d'implantation d'un forage de recaptage

Les sondages électriques doivent permettre de définir si la faille qui guide les fissures conductrices à une inclinaison, sa valeur et sa direction. Le Radon est un gaz radioactif à faible durée de vie ; dans un contexte donné, l'intensité des émissions radon est directement liée à sa vitesse de remontée, c'est-à-dire à l'existence de fissures, reliant la profondeur à la surface. Une cartographie localement détaillée des intensités radon permet de localiser avec une bonne précision les zones où un maximum de fissures débouchent au sol. L'activité radon, est mesurée dans les gaz prélevés entre 0,5 et 1 m sous la surface du sol.

Les ouvrages, sondages de reconnaissance et forages d'exploitation doivent être réalisés dans les règles de l'art, les sondages étant de préférence rebouchés par des matériaux inertes (sables siliceux) après avoir livré leurs informations. Le forage d'exploitation doit être conçu pour assurer la protection de la qualité de l'eau (cimentation de l'espace annulaire) et permettre la maîtrise de l'artésianisme.

Il convient de rappeler que les caractéristiques de l'eau peuvent être légèrement modifiées par le recaptage et qu'il est nécessaire de connaître ces modifications pour engager la constitution d'un dossier.

CONCLUSION

L'eau du moulin de QUIP à ALLAIRE présente des caractéristiques tout à fait originales en Bretagne, où aucun cas comparable n'a pu être trouvé.

L'existence d'une faille perpendiculaire à la direction générale du massif granitique, sur laquelle s'alignent les émergences, explique cette originalité et confirme que la minéralisation et la température constatées aux sources sont dues à ce que l'eau, depuis sa zone d'infiltration, a parcouru un long et lent trajet souterrain l'amenant jusqu'à plusieurs centaines de mètres de profondeur avant qu'elle puisse revenir au jour, sous l'effet des mécanismes d'artésianisme et de thermo-siphon.

Faiblement radioactive, neutre, chlorurée sodique, riche en calcium et magnésium et contenant notamment fer, manganèse, fluor, lithium, zinc, l'eau de QUIP à un profil très comparable à certaines eaux minérales embouteillées et sources thermales reconnues et exploitées comme telles ; toutefois, l'antimoine et le baryum, également présents, peuvent être des éléments pénalisants, dont le rôle est à préciser.

Ne pas valoriser les sources du moulin de QUIP serait certainement dommage pour la région. Les possibilités paraissent assez diversifiées, allant de l'utilisation de la curiosité naturelle qu'elles constituent à des fins touristiques et pédagogiques, à la création d'une activité de thermalisme. Le dernier point est, de loin, le plus attractif ; il nécessite que des propriétés thérapeutiques soient reconnues à l'eau des sources par l'Académie de Médecine et qu'une autorisation d'exploitation soit obtenue.

Améliorer et augmenter dans des proportions notables le débit disponible par un captage en profondeur au moyen d'un forage paraît au préalable indispensable à une valorisation allant au-delà d'un simple circuit de visite, commenté sur les thèmes de l'eau, de la géologie et de l'environnement. L'entreprise paraît relativement simple à mettre en oeuvre et les pronostics d'aboutir à un succès sont bons.

LISTE DES ILLUSTRATIONS

- Fig. 1 - Localisation du Moulin de Quip - échelle 1/25 000
- Fig. 2 - Centre de vacances de Moulin de Quip (commune d'Allaire)
- Fig. 3 - Moulin de Quip - eau minéralisée
- Fig. 4 - Carte géologique de la bordure NE du massif granitique de Questembert-Allaire
- Fig. 5 - Esquisse géologique du secteur de la source thermique
- Fig. 6 - Les nappes libres et les nappes captives
- Fig. 7 - Schéma d'un système hydrothermal
- Fig. 8 - Débit des émergences
- Fig. 9 - Températures
- Fig. 10 - Gradients thermiques mesurés dans des forages
- Fig. 11 - Composition chimique des principales eaux embouteillées
- Fig. 12 - Répartition des principales stations thermales françaises
- Fig. 13 - Composition d'eaux comparables à celle de QUIP, exploitées en thermalisme
- Fig. 14 - Principe d'implantation d'un forage de recaptage

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 - Prélèvement de juillet 1969 - eau de la Vasque
- Annexe 2 - Prélèvements de janvier 1987 - S1 : eau de la Vasque et S2 : eau du Puisard
- Annexe 3 - Prélèvements de novembre 1988 Vasque et Puisard
Prélèvements de janvier 1989 Vasque et Puisard - Lithium
- Annexe 4 - Prélèvements d'avril 1989 - Vasque et Puisard

ANNEXES
ANALYSES D'EAU

PRELEVEMENTS DE JUILLET 1969

EAU DE LA VASQUE

Annexe 1

RESULTATS D'EXAMENS PHYSICO-CHIMIQUES
Echantillons prélevés par M. NEVEU 17/7/69
ENSP

Provenance : Eau de Soc-Allaire
Moulin de Quip

Examen physique :

T° sur le terrain
Turbidité 25 gouttes de mastio
Résistivité (en /cm à 20°) . . . 603
pH 6,90
Couleur 10 mg de platine
Odeur
Saveur

Analyses chimiques :

Calcium cédé par $K Na O_4$ 0,45 mg %
Dureté totale (degrés français) . . . 37 degrés
Titre alcalimétrique (TA) 0 "
" " complet (TAC). 8,0 "
Silice 38,0 mg %
Oxygène dissous (O_2) "
Chlore libre (Cl_2) "
Résidu sec à 105-110°
" " à 500°

Essai sur marbre (recherche de l'agressivité)

	Avant Après marbre	
pH	6,90	7,60
titre alcalimétrique complet (TAC)	8° F	10,5° F
titre hydrotimétrique	37° F	41,9° F

1°) Cations

	mg/l	mg/l
Calcium, en Ca^{++}	108,8	5,40
Magnésium, en Mg^{++}	24,0	2,00
Ammonium, en NH^+	0	0
Sodium, en Na^+	190,0	8,27
Potassium, en K^+	3,3	0,08
Fer, en Fe^+	0,45	0,02
Manganèse, en Mn^{++}	0,40	0,01
Aluminium, en Al^{+++}	0,4	0,04

Carbonique en CO_3^{--}	0	0
Bicarbonique, en HCO_3^{--}	97,6	1,60
Chlore, en Cl^-	503,5	14,18
Sulfurique, en SO_4^{--}	18,72	0,39
Nitrose, en NO_2^{--}	0	0
Nitrique, en NO_3^-	0	0
Phosphorique, en PO_4^{--}	0	0

Recherches spéciales : Fluoré : 0

Métaux lourds : 0

Conclusion : (en instance)

PRELEVEMENTS DE JANVIER 1987

S1 : EAU DE LA VASQUE

S2 : EAU DU PUISARD

Annexe 2

LE(S) ELEMENT(S) SUIVANT(S) ONT ETE ANALYSE DANS LE LABO : ANAL.EAUX

Ca	Mg	Na	SiO2	AL	FE	MN	AS	CD	CU
PB	ZN	B	V	CR	CO	NI	SR	MO	AG
SN	SE	BA	CE	W					

REMARQUE:
=====

UNE VALEUR EGALE A LA LIMITE INFERIEURE DE DOSABILITE DOIT ETRE CONSIDEREE COMME INFERIEURE OU EGALE A LA LIMITE
UNE VALEUR EGALE A LA LIMITE SUPERIEURE DE DOSABILITE DOIT ETRE CONSIDEREE COMME SUPERIEURE OU EGALE A LA LIMITE

CES LIMITES DE DETECTION SONT FONCTION DE LA METHODE ET DU COEFFICIENT DE DILUTION UTILISES. (CI-DESSUS, LES LIMITES POUR UN COEFFICIENT = 1.)

LES ELEMENTS MAJEURS SONT DONNES AVEC UNE PRECISION DE 5 % RELATIVE, LES ELEMENTS TRACES AVEC 10 %, POUR DES VALEURS EN MILIEU DE GAMME.

ELEMENTS		LIMITES INFERIEURES DE DOSABILITE		LIMITES SUPERIEURES DE DOSABILITE	
Ca	Calcium	0.1	PPM	210.0	PPM
Mg	Magnesium	0.1	PPM	230.0	PPM
Na	Sodium	0.2	PPM	1500.0	PPM
SiO2	Silice	0.1	PPM	120.0	PPM
AL	Alumine	5.	PPB	26000.	PPB
FE	Fer	5.	PPB	130000.	PPB
MN	Manganese	20.	PPB	40000.	PPB
AS	Arsenic	20.	PPB	600000.	PPB
CD	Cadmium	5.	PPB	7000.	PPB
CU	Cuivre	5.	PPB	1300.	PPB
PB	Plomb	20.	PPB	130000.	PPB
ZN	Zinc	5.	PPB	1500.	PPB
B	Bore	5.	PPB	7200.	PPB
V	Vanadium	20.	PPB	2900.	PPB
CR	Chrome	20.	PPB	4100.	PPB
CO	Cobalt	20.	PPB	21000.	PPB
NI	Nickel	20.	PPB	50000.	PPB
SR	Strontium	10.	PPB	7000.	PPB
MO	Molybdene	20.	PPB	14000.	PPB
AG	Argent	5.	PPB	2500.	PPB
SN	Etain	20.	PPB	380000.	PPB
SE	Antimoine	20.	PPB	31000.	PPB
BA	Baryum	5.	PPB	22000.	PPB
CE	Cerium	20.	PPB	32000.	PPB
W	Tungstene	20.	PPB	200000.	PPB

RÉSULTATS

NUM.TERRAIN	NMGA	Ca	Mg	Na	SiO2	AL	FE	MN	AS	CD	CU	PB	ZN	B
NUM.TERRAIN	UNIT	PPM	PPM	PPM	PPM	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB
QUIP S1	0001	114.1	26.4	213.4	41.5	41.	257.	413.	-20.	-5.	-5.	-20.	68.	63.
QUIP S2	0002	109.6	25.8	204.6	41.3	46.	231.	386.	-20.	-5.	5.	27.	110.	70.

PAGE NO : 2

NUM.TERRAIN	NMGA	V	CR	CO	NI	SR	MO	AG	SN	SB	BA	CE	W
NUM.TERRAIN	UNIT	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB	PPB
QUIP S1	0001	-20.	-20.	-20.	-20.	1255.	-20.	-5.	24.	30.	247.	-20.	-20.
QUIP S2	0002	-20.	-20.	-20.	-20.	1181.	-20.	-5.	36.	67.	306.	-20.	21.

PRELEVEMENTS DE NOVEMBRE 1988

VASQUE ET PUISARD

PRELEVEMENTS DE JANVIER 1989

VASQUE ET PUISARD - LITHIUM

Annexe 3

Laboratoire des Eaux

Agréé Laboratoire Régional et de Référence par le Ministère de la Santé Publique
Agréé par le Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie

Avenue du Professeur Léon-Bernard - 35043 RENNES CEDEX

Téléphone : (99) 59-29-36

Origine de l'échantillon d'eau : thermale Allaire

..... vasque

Date du prélèvement : 14.11.88

Nom du préleveur : E.N.S.P.

Analyse réalisée à la demande de : B.R.G.M.

Référence du demandeur : /

Numéro de l'analyse : 81978

Date de la réponse : **13 DEC. 1988**

RÉSULTATS DE L'EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE

Examen physique

Température de l'eau (mesure sur le terrain) °C	18
Turbidité (en unités de mesure NTU)	0,6
Résistivité (en Ω -cm à 20°C)	635
pH	7,00
Couleur (mg/l de Pt)	20
Odeur	
Saveur	

Analyse chimique

Chlore libre (Cl ₂)		mg/litre
Titre alcalimétrique (TA)	0	degrés français
Titre alcalimétrique complet (TAC)	8,0	degrés français
Titre hydrotimétrique (TH)	37,9	degrés français
Oxydabilité au KMnO ₄ en milieu alcalin	0,5	mg/litre (O ₂)
Anhydride carbonique libre (CO ₂)	17,6	mg/litre
Oxygène dissous (O ₂)	0,9	mg/litre
Silice (en SiO ₂)	33,2	mg/litre
Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	< 0,05	mg/litre
Résidu sec à 105-110 °C	/	mg/litre
Résidu sec à 500 °C	/	mg/litre

Etude de l'agressivité (essai sur marbre).	avant	après
pH	7,00	7,50
Titre alcalimétrique complet (TAC)	8,0	9,7
Titre hydrotimétrique (TH)	37,9	39,8

1° CATIONS	mg/l	me/l	2° ANIONS	mg/l	me/l
Calcium, en Ca ⁺⁺	111	5,55	Carbonate, CO ₃ ⁻⁻	0,00	0,00
Magnésium, en Mg ⁺⁺	27	2,25	Hydrogénocarbonate, HCO ₃ ⁻	97,6	1,60
Ammonium, en NH ₄ ⁺	< 0,02	0,00	Chlorure, Cl ⁻	500	14,08
Sodium, en Na ⁺	210	9,13	Sulfate, SO ₄ ⁻⁻	37	0,77
Potassium, en K ⁺	8,5	0,22	Nitrite, NO ₂ ⁻	< 0,01	0,00
Fer, en Fe ⁺⁺	0,71	0,03	Nitrate, NO ₃ ⁻	< 0,5	0,00
Manganèse, en Mn ⁺⁺	0,51	0,02	Phosphate, PO ₄ ⁻⁻⁻	< 0,02	0,00
Aluminium, en Al ⁺⁺⁺	0,010	0,00			

17,20

16,45

Recherches spéciales :

Phénols	< 10	µg/l	Cuivre (Cu)	< 10	µg/l
Cyanure (CN ⁻)	/	µg/l	Cadmium (Cd)	1	µg/l
Fluorure (F ⁻)	1350	µg/l	Plomb (Pb)	5	µg/l
Arsenic (As)	< 2	µg/l	Zinc (Zn)	88	µg/l
Mercure (Hg)	/	µg/l	Chrome total (Cr)	1,5	µg/l
Sélénium	< 1	µg/l	Nickel	5	µg/l

Conclusion : Eau souterraine fortement minéralisée (chlorurée sodique). Elle ne présente pas d'indice de pollution organique, mais elle contient un peu de fer et de manganèse.

Le Directeur du Laboratoire :

René SEUX
Docteur ès Sciences
Professeur à l'F.N.S.P.

RÉSULTATS DE L'EXAMEN MICROBIOLOGIQUE

	Techniques et milieux de culture utilisés	Temps d'incubation	RESULTATS
Dénombrement total des germes à 20-22 °C	Incorporation à la gélose Gélose numération	72 h	17/1 ml
		24 h	0/1 ml
à 37 °C			
Colimétrie			
• Coliformes totaux à 37 °C	Techniques des membranes filtrantes	48 h	1/100 ml
• Coliformes fécaux à 44 °C	Milieu de Chapman au TTC et au tergitol 7	48 h	0/100 ml
Streptocoques fécaux à 37 °C	Techniques des membranes filtrantes	48 h	0/100 ml
	Milieu de Slanetz et Bartley		
Staphylocoques			
• non pathogènes	Technique des membranes filtrantes		/
• pathogènes	Milieu de Chapman au mannitol		/
Microcoques			/
Clostridium sulfito-réducteurs	Ensemencement en profondeur, gélose de Veillon		0/20 ml
Recherche :			
Bactériophages fécaux			
• bactériophages <u>E. coli</u>			0
• bactériophages <u>Shigella</u>			0
• bactériophages <u>Salmonella</u>			0
Bactéries pathogènes			/

CONCLUSION : Absence de germes témoins de contamination fécale. Il n'a pas été trouvé de bactériophages fécaux ni de germes pathogènes. Eau bactériologiquement potable.

Le Directeur du Laboratoire :

Rene SEUX
Docteur en Sciences
Professeur à l'E.N.S.P.

Laboratoire des Eaux

Agréé Laboratoire Régional et de Référence par le Ministère de la Santé Publique
Agréé par le Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie

Avenue du Professeur Léon-Bernard - 35043 RENNES CEDEX

Téléphone : (99) 59-29-36

Origine de l'échantillon d'eau : thermale Allaire

..... puisard

Date du prélèvement : 15.11.88

Nom du préleveur : E.N.S.P.

Analyse réalisée à la demande de : B.R.G.M. Rennes

Référence du demandeur : /

Numéro de l'analyse : 81979

Date de la réponse : 13 DEC 1988

RÉSULTATS DE L'EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE

Examen physique

Température de l'eau (mesure sur le terrain) °C	20,7	
Turbidité (90 cm de hauteur) NTU	0,5	
Résistivité (en Ω -cm à 20 °C)	665	
pH	7,00	Odeur
Couleur (mg/l de Pt)	5	Saveur

Analyse chimique

Chlore libre (Cl ₂)		mg/litre
Titre alcalimétrique (TA)	0	degrés français
Titre alcalimétrique complet (TAC)	8,0	degrés français
Titre hydrotimétrique (TH)	36,3	degrés français
Oxydabilité au KMnO ₄ en milieu alcalin	0,2	mg/litre (O ₂)
Anhydride carbonique libre (CO ₂)	16,5	mg/litre
Oxygène dissous (O ₂)	1,7	mg/litre
Silice (en SiO ₂)	32,7	mg/litre
Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	< 0,05	mg/litre
Résidu sec à 105-110 °C	/	mg/litre
Résidu sec à 500 °C	/	mg/litre

Etude de l'agressivité (essai sur marbre).	avant	après
pH	7,00	7,60
Titre alcalimétrique complet (TAC)	8,0	9,5
Titre hydrotimétrique (TH)	36,3	38,2

1° CATIONS	mg/l	me/l	2° ANIONS	mg/l	me/l
Calcium, en Ca ⁺⁺	101	5,05	Carbonate, CO ₃ ⁻⁻	0,00	0,00
Magnésium, en Mg ⁺⁺	26	2,17	Hydrogénocarbonate, HCO ₃ ⁻	97,6	1,60
Ammonium, en NH ₄ ⁺	< 0,02	0,00	Chlorure, Cl ⁻	480	13,52
Sodium, en Na ⁺	202	8,78	Sulfate, SO ₄ ⁻⁻	36	0,75
Potassium, en K ⁺	7,8	0,20	Nitrite, NO ₂ ⁻	< 0,01	0,00
Fer, en Fe ⁺⁺	0,35	0,01	Nitrate, NO ₃ ⁻	< 0,5	0,00
Manganèse, en Mn ⁺⁺	0,45	0,02	Phosphate, PO ₄ ⁻⁻⁻	< 0,02	0,00
Aluminium, en Al ⁺⁺⁺	< 0,005	0,00			

16,23

15,87

Recherches spéciales :

Phénols	< 10	µg/l	Cuivre (Cu)	< 10	µg/l
Cyanure (CN ⁻)	/	µg/l	Cadmium (Cd)	2	µg/l
Fluorure (F ⁻)	1450	µg/l	Plomb (Pb)	5	µg/l
Arsenic (As)	< 2	µg/l	Zinc (Zn)	37	µg/l
Mercure (Hg)	/	µg/l	Chrome total (Cr)	< 0,5	µg/l
Sélénium	1	µg/l	Nickel	5	µg/l

Conclusion : Eau souterraine fortement minéralisée (chlorurée sodique)
Elle ne présente pas d'indice de pollution organique, mais elle
contient un peu de fer et de manganèse.

Le Directeur du Laboratoire :

René SEUX
Docteur ès Sciences

RÉSULTATS DE L'EXAMEN MICROBIOLOGIQUE

	Techniques et milieux de culture utilisés	Temps d'incubation	RESULTATS
Dénombrement total des germes à 20-22 °C	Incorporation à la gélose Gélose numération	72 h	3/1 ml
		à 37 °C	24 h
Colimétrie			
• Coliformes totaux à 37 °C	Techniques des membranes filtrantes	48 h	0/100 ml
• Coliformes fécaux à 44 °C	Milieu de Chapman au TTC et au tergitol 7	48 h	0/100 ml
Streptocoques fécaux à 37 °C	Techniques des membranes filtrantes	48 h	0/100 ml
	Milieu de Slanetz et Bartley		
Staphylocoques			
• non pathogènes	Technique des membranes filtrantes		/
• pathogènes	Milieu de Chapman au mannitol		/
Microcoques			/
Clostridium sulfito-réducteurs	Ensemencement en profondeur, gélose de Veillon		0/20 ml
Recherche :			
Bactériophages fécaux			
• bactériophages <u>E. coli</u>			0
• bactériophages <u>Shigella</u>			0
• bactériophages <u>Salmonella</u>			0
Bactéries pathogènes			0

CONCLUSION : Absence de germes témoins de contamination fécale.
Il n'a pas été trouvé de bactériophages fécaux ni de germes pathogènes.

Le Directeur du Laboratoire :

René SEUX
Docteur en Sciences
Professeur à l'Université de ...

Ecole Nationale de la Santé Publique

Laboratoire d'Etude et de Recherche en Environnement et Santé

Agréé Laboratoire régional et de référence par le Ministère chargé de la Santé pour le contrôle des eaux
Agréé par le Ministère chargé de l'Environnement (agrément n° 1,3,4,5,6,8,9 et 10).

DETERMINATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES EAUX THERMALES D'ALLAIRE (56)

	ANALYSE N° 81978 La Vasque	ANALYSE N° 81979 Le Puisard
Bore µg/l	110	85
Antimoine µg/l	40	40
Argent µg/l	< 1	< 1
Baryum µg/l	20	20
Cobalt µg/l	< 5	< 5
Etain µg/l	< 20	< 20
Mercure µg/l	< 0,5	< 0,5
Molybdène µg/l	< 5	< 5
Vanadium µg/l	< 5	< 5
Radioactivité en Becquerel/l		
β totale	0,36	0,33
α totale	< 0,1	< 0,1

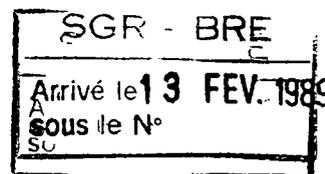
RENNES LE 13.12.88
LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE


René SEUX
Docteur ès Sciences
Professeur à l'E.N.S.P.

République Française

Ministère de la Solidarité, de la Santé, de la Protection Sociale

Ecole Nationale de la Santé Publique



Laboratoire d'Etude et de Recherche en Environnement et Santé

Agréé Laboratoire régional et de référence par le Ministère chargé de la Santé pour le contrôle des eaux

Agréé par le Ministère chargé de l'Environnement (agrément n° 1,3,4,5,6,8,9 et 10).

Rennes, le 9.2.89

Echantillons déposés le 20.1.89

par le B.R.G.M. Rennes

Analyse n° 83310 - puisard Allaire

- Lithium 0,78 mg/l

Analyse n° 83311 - vasque Moulin de Quip (56)

- Lithium 0,76 mg/l

Le Directeur du Laboratoire,



René SEUX
Docteur ès Sciences
Professeur à l'E.N.S.P.

PRELEVEMENTS D'AVRIL 1989

VASQUE ET PUISARD

Annexe 4

Laboratoire des Eaux

Agréé Laboratoire Régional et de Référence par le Ministère de la Santé Publique
Agréé par le Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie

Avenue du Professeur Léon-Bernard - 35043 RENNES CEDEX

Téléphone : (99) 59-29-36

Origine de l'échantillon d'eau : de vasque

..... source Quip Allaire

Date du prélèvement : 11.4.89

Nom du préleveur : E.N.S.P.

Analyse réalisée à la demande de : B.R.G.M. Rennes

Référence du demandeur : /

Numéro de l'analyse : 84989

Date de la réponse : **25 MAI 1989**

RÉSULTATS DE L'EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE

Examen physique

Température de l'eau (mesure sur le terrain) °C 18,0
 Turbidité (goussier) NTU 3,0
 Résistivité (en Ω -cm à 20 °C) 640
 pH 7,05 Odeur
 Couleur (mg/l de Pt) < 5 Saveur

Analyse chimique

Chlore libre (Cl₂) / mg/litre
 Titre alcalimétrique (TA) 0 degrés français
 Titre alcalimétrique complet (TAC) 7,7 degrés français
 Titre hydrotimétrique (TH) 39,6 degrés français
 Oxydabilité au KMnO₄, en milieu alcalin 0,2 mg/litre (O₂)
 Anhydride carbonique libre (CO₂) 17,6 mg/litre
 Oxygène dissous (O₂) 1,0 mg/litre
 Silice (en SiO₂) 35 mg/litre
 Hydrogène sulfuré (H₂S) / mg/litre
 Résidu sec à 105-110 °C / mg/litre
 Résidu sec à 500 °C / mg/litre

C.O.T. 0,18 mg/l

Etude de l'agressivité (essai sur marbre).	avant	après
pH	7,05	7,50
Titre alcalimétrique complet (TAC)	7,7	9,3
Titre hydrotimétrique (TH)	39,6	40,1

1° CATIONS	mg/l	me/l	2° ANIONS	mg/l	me/l
Calcium, en Ca ⁺⁺	105	5,25	Carbonate, CO ₃ ⁻⁻	0	0,00
Magnésium, en Mg ⁺⁺	32,7	2,73	Hydrogénocarbonate, HCO ₃ ⁻	94	1,54
Ammonium, en NH ₄ ⁺	< 0,02	0,00	Chlorure, Cl ⁻	540	15,21
Sodium, en Na ⁺	233	10,13	Sulfate, SO ₄ ⁻⁻	36	0,75
Potassium, en K ⁺	7,0	0,18	Nitrite, NO ₂ ⁻	< 0,01	0,00
Fer, en Fe ⁺⁺	0,42	0,02	Nitrate, NO ₃ ⁻	< 0,5	0,00
Manganèse, en Mn ⁺⁺	0,50	0,02	Phosphate, PO ₄ ⁻⁻⁻	< 0,05	0,00
Aluminium, en Al ⁺⁺⁺	0,13	0,01			

18,34

17,50

Recherches spéciales :

Phénols < 10	µg/l	Cuivre (Cu) < 10	µg/l
Cyanure (CN ⁻) /	µg/l	Cadmium (Cd) 2	µg/l
Fluorure (F ⁻) 1440	µg/l	Plomb (Pb) < 1	µg/l
Arsenic (As) < 2	µg/l	Zinc (Zn) 37	µg/l
Mercure (Hg) < 0,5	µg/l	Chrome total (Cr) 2	µg/l

Conclusion : Cette eau brute est fortement minéralisée, chlorurée sodique.
 Sa dureté calcique est également relativement élevée.
 On note par ailleurs la présence de fer et de manganèse.

Le Directeur du Laboratoire :

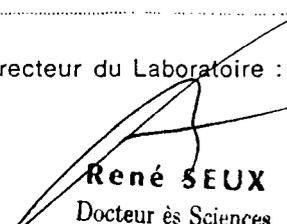
René SEUX
 Docteur ès Sciences
 Professeur à l'E.N.S.P.

RÉSULTATS DE L'EXAMEN MICROBIOLOGIQUE

	Techniques et milieux de culture utilisés	Temps d'incubation	RESULTATS
Dénombrement total des germes à 20-22 °C	Incorporation à la gélose Gélose numération	72 h	4/1 ml
		24 h	10/1 ml
à 37 °C			
Colimétrie			
• Coliformes totaux à 37 °C	Techniques des membranes filtrantes	48 h	0/100 ml
• Coliformes fécaux à 44 °C	Milieu de Chapman au TTC et au tergitol 7	48 h	0/100 ml
Streptocoques fécaux à 37 °C	Techniques des membranes filtrantes	48 h	0/100 ml
	Milieu de Slanetz et Bartley		
Staphylocoques			
• non pathogènes	Technique des membranes filtrantes		/
• pathogènes	Milieu de Chapman au mannitol		/
Microcoques			/
Clostridium sulfito-réducteurs	Ensemencement en profondeur, gélose de Veillon		0/20 ml
Recherche :			
Bactériophages fécaux			
• bactériophages <u>E. coli</u>			0
• bactériophages <u>Shigella</u>			0
• bactériophages <u>Salmonella</u>			0
Bactéries pathogènes			0

CONCLUSION : Eau de très bonne qualité bactériologique répondant aux normes des eaux alimentaires. La recherche de salmonelles dans 5 l et celle des bactériophages fécaux dans 100 ml sont négatives.

Le Directeur du Laboratoire :


René SEUX
Docteur ès Sciences
Professeur à l'U.P.M.C.D.

Laboratoire des Eaux

Agréé Laboratoire Régional et de Référence par le Ministère de la Santé Publique
Agréé par le Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie

Avenue du Professeur Léon-Bernard - 35043 RENNES CEDEX

Téléphone : (99) 59-29-36

Origine de l'échantillon d'eau : de puisard
..... source Quip ALLAIRE
Date du prélèvement : 11.4.89
Nom du préleveur : E.N.S.P.
Analyse réalisée à la demande de : B.R.G.M. Rennes
Référence du demandeur : /
Numéro de l'analyse : 84988
Date de la réponse : 25 MAI 1989

RÉSULTATS DE L'EXAMEN PHYSICO-CHEMIQUE

Examen physique

Température de l'eau (mesure sur le terrain) °C 20,8
 Turbidité (coulées de matière) NTU 1,8
 Résistivité (en Ω -cm à 20 °C) 670
 pH 7,10 Odeur
 Couleur (mg/l de Pt) <5 Saveur

Analyse chimique

Chlore libre (Cl₂) / mg/litre
 Titre alcalimétrique (TA) 0 degrés français
 Titre alcalimétrique complet (TAC) 7,7 degrés français
 Titre hydrotimétrique (TH) 37,4 degrés français
 Oxydabilité au KMnO₄ en milieu alcalin 0,2 mg/litre (O₂)
 Anhydride carbonique libre (CO₂) 15,4 mg/litre
 Oxygène dissous (O₂) 1,6 mg/litre
 Silice (en SiO₂) 33 mg/litre
 Hydrogène sulfuré (H₂S) / mg/litre
 Résidu sec à 105-110 °C / mg/litre
 Résidu sec à 500 °C / mg/litre

COT..... 0,23 mg/l

Etude de l'agressivité (essai sur marbre).	avant	après
pH	7,10	7,50
Titre alcalimétrique complet (TAC)	7,7	9,2
Titre hydrotimétrique (TH)	37,4	38,4

1° CATIONS			2° ANIONS		
	mg/l	me/l		mg/l	me/l
Calcium, en Ca ⁺⁺	105	5,25	Carbonate, CO ₃ ⁻⁻	0	0,00
Magnésium, en Mg ⁺⁺	30,9	2,58	Hydrogénocarbonate, HCO ₃ ⁻	94	1,54
Ammonium, en NH ₄ ⁺	<0,02	0,00	Chlorure, Cl ⁻	520	14,64
Sodium, en Na ⁺	212	9,22	Sulfate, SO ₄ ⁻⁻	35	0,73
Potassium, en K ⁺	6,8	0,17	Nitrite, NO ₂ ⁻	<0,01	0,00
Fer, en Fe ⁺⁺	0,33	0,01	Nitrate, NO ₃ ⁻	<0,5	0,00
Manganèse, en Mn ⁺⁺	0,47	0,02	Phosphate, PO ₄ ⁻⁻⁻	<0,05	0,00
Aluminium, en Al ⁺⁺⁺	0,07	0,01			

17,26

16,91

Recherches spéciales :

Phénols <10 µg/l	Cuivre (Cu) <10 µg/l
Cyanure (CN ⁻) / µg/l	Cadmium (Cd) <1 µg/l
Fluorure (F ⁻) 1510 µg/l	Plomb (Pb) <1 µg/l
Arsenic (As) <2 µg/l	Zinc (Zn) 17 µg/l
Mercure (Hg) <0,5 µg/l	Chrome total (Cr) 1 µg/l

Conclusion : Cette eau brute est fortement minéralisée, chlorurée sodique.
 Sa dureté calcique est également relativement élevée.
 On note par ailleurs la présence de fer et de manganèse.

Le Directeur du Laboratoire

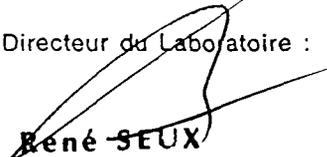
René SEUX
 Docteur ès Sciences
 Professeur à l'IP N.S.P

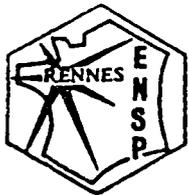
RÉSULTATS DE L'EXAMEN MICROBIOLOGIQUE

	Techniques et milieux de culture utilisés	Temps d'incubation	RESULTATS
Dénombrement total des germes à 20-22 °C	Incorporation à la gélose Gélose numération	72 h	30/1 ml
		24 h	20/1 ml
à 37 °C			
Colimétrie			
• Coliformes totaux à 37 °C	Techniques des membranes filtrantes	48 h	4/100 ml
• Coliformes fécaux à 44 °C	Milieu de Chapman au TTC et au tergitol 7	48 h	3/100 ml
Streptocoques fécaux à 37 °C	Techniques des membranes filtrantes	48 h	0/100 ml
	Milieu de Slanetz et Bartley		
Staphylocoques			
• non pathogènes	Technique des membranes filtrantes		/
• pathogènes	Milieu de Chapman au mannitol		/
Microcoques			/
Clostridium sulfite-réducteurs	Ensemencement en profondeur, gélose de Veillon		0/20 ml
Recherche :			
Bactériophages fécaux			
• bactériophages <u>E. coli</u>			0
• bactériophages <u>Shigella</u>			0
• bactériophages <u>Salmonella</u>			0
Bactéries pathogènes			0

CONCLUSION : Présence de quelques bactéries coliformes d'origine fécale dans 100 ml : cette eau ne répond donc pas rigoureusement aux normes bactériologiques des eaux alimentaires. La recherche de salmonelles dans 5 l est négative.

Le Directeur du Laboratoire :


René SEUX
 Docteur ès Sciences
 Professeur à l'F. S. P.



Ecole Nationale de la Santé Publique

26 JUIN 1989

Laboratoire d'Etude et de Recherche en Environnement et Santé

Agréé Laboratoire régional et de référence par le Ministère chargé de la Santé pour le contrôle des eaux
Agréé par le Ministère chargé de l'Environnement (agrément n° 1,3,4,5,6,8,9 et 10).

ECHANTILLONS PRELEVES LE 11/04/89 PAR L'E.N.S.P. POUR LE B.R.G.M. DE RENNES

Radioactivité
┌───────────┐
│ β totale α totale │
└───────────┘
(Résultats exprimés en Becquerel par litre)

Analyse n° 84988-Eau souterraine
du Puisard - ALLAIRE

0,55 < 0,1

Analyse n° 84989-Eau souterraine
de la Vasque - ALLAIRE

0,52 < 0,1

RENNES, le 15/06/89

Le Directeur du Laboratoire

René SEUX
Docteur ès Sciences
Professeur à l'E.N.S.P.