



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

Double 17180

UNIVERSITE HENRI POINCARÉ, NANCY 1 FACULTE DE MEDECINE DE NANCY
2004 N° 12



THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du troisième cycle de Médecine Générale

par

Rémi DEHAYE

le 27 JANVIER 2004

**L'essor récent de la station thermale de Bains-les-Bains :
analyse des résultats d'une nouvelle orientation thérapeutique**

Examineurs de la thèse :

Mr Michel BOULANGE
Mr Georges GRIGNON
Mr Daniel BURNEL
Mme Isabelle VALCKENAERE

Professeur	Président
Professeur	Juge
Professeur	Juge
Professeur	Juge





THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du troisième cycle de Médecine Générale

par

Rémi DEHAYE

le 27 JANVIER 2004

**L'essor récent de la station thermale de Bains-les-Bains :
analyse des résultats d'une nouvelle orientation thérapeutique**

Examineurs de la thèse :

Mr Michel BOULANGE
Mr Georges GRIGNON
Mr Daniel BURNEL
Mme Isabelle VALCKENAERE

Professeur	Président
Professeur	Juge
Professeur	Juge
Professeur	Juge

FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Président de l'Université : Professeur Claude BURLET

Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Patrick NETTER

Vice-Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Henry COUDANE

Assesseurs

du 1^{er} Cycle :

du 2^{ème} Cycle :

du 3^{ème} Cycle :

de la Vie Facultaire :

Mme le Docteur Chantal KOHLER

Mr le Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI

Mr le Professeur Hervé VESPIGNANI

Mr le Professeur Bruno LEHEUP

DOYENS HONORAIRES

Professeur Adrien DUPREZ – Professeur Jean-Bernard DUREUX

Professeur Georges GRIGNON – Professeur Jacques ROLAND

PROFESSEURS HONORAIRES

Louis PIERQUIN – Etienne LEGAIT – Jean LOCHARD – René HERBEUVAL – Gabriel FAIVRE – Jean-Marie FOLIGUET

Guy RAUBER – Paul SADOUL – Raoul SENAULT – Marcel RIBON

Jacques LACOSTE – Jean BEUREY – Jean SOMMELET – Pierre HARTEMANN – Emile de LAVERGNE

Augusta TREHEUX – Michel MANCIAUX – Paul GUILLEMIN – Pierre PAYSANT

Jean-Claude BURDIN – Claude CHARDOT – Jean-Bernard DUREUX – Jean DUHEILLE – Jean-Pierre GRILLIAT

Pierre LAMY – Jean-Marie GILGENKRANTZ – Simone GILGENKRANTZ

Pierre ALEXANDRE – Robert FRISCH – Michel PIERSON – Jacques ROBERT

Gérard DEBRY – Georges GRIGNON – Pierre TRIDON – Michel WAYOFF – François CHERRIER – Oliéro GUERCI

Gilbert PERCEBOIS – Claude PERRIN – Jean PREVOT – Jean FLOQUET

Alain GAUCHER – Michel LAXENAIRE – Michel BOULANGE – Michel DUC – Claude HURIET – Pierre LANDES

Alain LARCAN – Gérard VAILLANT – Daniel ANTHOINE – Pierre GAUCHER – René-Jean ROYER

Hubert UFFHOLTZ – Jacques LECLERE – Francine NABET – Jacques BORRELLY

Michel RENARD – Jean-Pierre DESCHAMPS – Pierre NABET – Marie-Claire LAXENAIRE – Adrien DUPREZ – Paul VERT

Philippe CANTON – Henri HEPNER – Bernard LEGRAS – Pierre MATHIEU – Jean-Marie POLU

Antoine RASPILLER – Gilbert THIBAUT – Michel WEBER – Gérard FIEVE

=====

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS -
PRATICIENS HOSPITALIERS**

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (Anatomie)

Professeur Jacques ROLAND – Professeur Gilles GROSDIDIER

Professeur Pierre LASCOMBES – Professeur Marc BRAUN

2^{ème} sous-section : (Cytologie et histologie)

Professeur Bernard FOLIGUET

3^{ème} sous-section : (Anatomie et cytologie pathologiques)

Professeur François PLENAT - Professeur Jean-Michel VIGNAUD – Professeur Eric LABOUYRIE

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{ère} sous-section : (Biophysique et médecine nucléaire)

Professeur Alain BERTRAND – Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE

2^{ème} sous-section : (Radiologie et imagerie médicale)

Professeur Luc PICARD – Professeur Denis REGENT - Professeur Michel CLAUDON

Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM - Professeur Jacques FELBLINGER

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Pierre NICOLAS

Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER

2^{ème} sous-section : (*Physiologie*)

Professeur Jean-Pierre CRANCE – Professeur Jean-Pierre MALLIE

Professeur François MARCHAL – Professeur Philippe HAOUZI

3^{ème} sous-section : (*Biologie cellulaire*)

Professeur Claude BURLET

4^{ème} sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Olivier ZIEGLER

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LE FAOU – Professeur Alain LOZNIEWSKI

2^{ème} sous-section : (*Parasitologie et mycologie*)

Professeur Bernard FORTIER

3^{ème} sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON

Professeur Francis GUILLEMIN – Professeur Denis ZMIROU

2^{ème} sous-section : (*Médecine et santé au travail*)

Professeur Guy PETIET – Professeur Christophe PARIS

3^{ème} sous-section : (*Médecine légale et droit de la santé*)

Professeur Henry COUDANE

4^{ème} sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Professeur François KOHLER – Professeur Éliane ALBUISSON

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Professeur Christian JANOT – Professeur Thomas LECOMPTE – Professeur Pierre BORDIGONI

Professeur Pierre LEDERLIN – Professeur Jean-François STOLTZ

2^{ème} sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY

Professeur Pierre BEY – Professeur Didier PEIFFERT

3^{ème} sous-section : (*Immunologie*)

Professeur Gilbert FAURE – Professeur Marie-Christine BENE

4^{ème} sous-section : (*Génétique*)

Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

**48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE,
PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

1^{ère} sous-section : (*Anesthésiologie et réanimation chirurgicale*)

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Dan LONGROIS - Professeur Hervé BOUAZIZ

Professeur Paul-Michel MERTES

2^{ème} sous-section : (*Réanimation médicale*)

Professeur Henri LAMBERT – Professeur Alain GERARD

Professeur Pierre-Edouard BOLLAERT – Professeur Bruno LÉVY

3^{ème} sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique*)

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET

4^{ème} sous-section : (*Thérapeutique*)

Professeur François PAILLE – Professeur Gérard GAY – Professeur Faiez ZANNAD

49^{ème} Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP et RÉÉDUCATION

1^{ère} sous-section : (*Neurologie*)

Professeur Gérard BARROCHE – Professeur Hervé VESPIGNANI

Professeur Xavier DUCROCQ

2^{ème} sous-section : (*Neurochirurgie*)

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE

Professeur Thierry CIVIT

3^{ème} sous-section : (*Psychiatrie d'adultes*)

Professeur Jean-Pierre KAHN

4^{ème} sous-section : (*Pédopsychiatrie*)

Professeur Colette VIDAILHET – Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC

5^{ème} sous-section : (*Médecine physique et de réadaptation*)

Professeur Jean-Marie ANDRE

50^{ème} Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE et CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{ère} sous-section : (*Rhumatologie*)

Professeur Jacques POUREL – Professeur Isabelle VALCKENAERE

2^{ème} sous-section : (*Chirurgie orthopédique et traumatologique*)

Professeur Daniel SCHMITT – Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE – Professeur Daniel MOLE

Professeur Didier MAINARD

3^{ème} sous-section : (*Dermato-vénéréologie*)

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeur Annick BARBAUD

4^{ème} sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique*)

Professeur François DAP

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIORESPIRATOIRE et VASCULAIRE

1^{ère} sous-section : (*Pneumologie*)

Professeur Yves MARTINET - Professeur Jean-François CHABOT

2^{ème} sous-section : (*Cardiologie*)

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILIERE – Professeur Nicolas SADOUL –

Professeur Christian de CHILLOU

3^{ème} sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardiovasculaire*)

Professeur Jean-Pierre VILLEMOT

Professeur Jean-Pierre CARTEAUX – Professeur Loïc MACE

4^{ème} sous-section : (*Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire*)

52^{ème} Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF et URINAIRE

1^{ère} sous-section : (*Gastroentérologie ; hépatologie*)

Professeur Marc-André BIGARD

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI

2^{ème} sous-section : (*Chirurgie digestive*)

3^{ème} sous-section : (*Néphrologie*)

Professeur Michèle KESSLER – Professeur Dominique HESTIN (Mme)

4^{ème} sous-section : (*Urologie*)

Professeur Philippe MANGIN – Professeur Jacques HUBERT – Professeur Luc CORMIER

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

1^{ère} sous-section : (*Médecine interne*)

Professeur Francis PENIN – Professeur Denise MONERET-VAUTRIN – Professeur Denis WAHL

Professeur Jean-Dominique DE KORWIN – Professeur Pierre KAMINSKY

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Gisèle KANNY

2^{ème} sous-section : (*Chirurgie générale*)

Professeur Patrick BOISSEL – Professeur Laurent BRESLER

54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1^{ère} sous-section : (*Pédiatrie*)

Professeur Danièle SOMMELET – Professeur Michel VIDAILHET – Professeur Pierre MONIN
Professeur Jean-Michel HASCOET – Professeur Pascal CHASTAGNER – Professeur François FEILLET

2^{ème} sous-section : (*Chirurgie infantile*)

Professeur Michel SCHMITT – Professeur Gilles DAUTEL – Professeur Pierre JOURNEAU

3^{ème} sous-section : (*Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale*)

Professeur Michel SCHWEITZER – Professeur Jean-Louis BOUTROY

Professeur Philippe JUDLIN – Professeur Patricia BARBARINO

4^{ème} sous-section : (*Endocrinologie et maladies métaboliques*)

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

5^{ème} sous-section : (*Biologie et médecine du développement et de la reproduction*)

Professeur Hubert GERARD

55^{ème} Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{ère} sous-section : (*Oto-rhino-laryngologie*)

Professeur Claude SIMON – Professeur Roger JANKOWSKI

2^{ème} sous-section : (*Ophthalmologie*)

Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeur Karine ANGIOI-DUPREZ

3^{ème} sous-section : (*Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie*)

Professeur Michel STRICKER – Professeur Jean-François CHASSAGNE

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeur Daniel BURNEL

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (*Anatomie*)

Docteur Bruno GRIGNON – Docteur Jean-Pascal FYAD

2^{ème} sous-section : (*Cytologie et histologie*)

Docteur Edouard BARRAT – Docteur Jean-Claude GUEDENET

Docteur Françoise TOUATI – Docteur Chantal KOHLER

3^{ème} sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Docteur Yves GRIGNON – Docteur Béatrice MARIE

Docteur Laurent ANTUNES

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{ère} sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Docteur Marie-Hélène LAURENS – Docteur Jean-Claude MAYER

Docteur Pierre THOUVENOT – Docteur Jean-Marie ESCANYE – Docteur Amar NAOUN

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Docteur Xavier HERBEUVAL – Docteur Jean STRACZEK – Docteur Sophie FREMONT

Docteur Isabelle GASTIN – Docteur Bernard NAMOUR – Docteur Marc MERTEN

2^{ème} sous-section : (*Physiologie*)

Docteur Gérard ETHEVENOT – Docteur Nicole LEMAU de TALANCE – Docteur Christian BEYAERT

4^{ème} sous-section : (*Nutrition*)

Docteur Didier QUILLIOT

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (*Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière*)

Docteur Francine MORY – Docteur Michèle WEBER – Docteur Christine LION

Docteur Michèle DAILLOUX – Docteur Véronique VENARD

2^{ème} sous-section : (*Parasitologie et mycologie*)

Docteur Marie-France BIAVA – Docteur Nelly CONTET-AUDONNEAU

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (*Epidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Docteur François ALLA

4^{ème} sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication (type biologique)*)

Docteur Pierre GILLOIS

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Docteur François SCHOONEMAN

3^{ème} sous-section : (*Immunologie*)

Docteur Marie-Nathalie SARDA

4^{ème} sous-section : (*Génétique*)

Docteur Christophe PHILIPPE

**48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE,
PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

1^{ère} sous-section : (*Anesthésiologie et réanimation chirurgicale*)

Docteur Jacqueline HELMER – Docteur Gérard AUDIBERT

3^{ème} sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique*)

Docteur Françoise LAPICQUE – Docteur Marie-José ROYER-MORROT

Docteur Damien LOEUILLE

**54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE,
ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

5^{ème} sous-section : (*Biologie et médecine du développement et de la reproduction*)

Docteur Jean-Louis CORDONNIER

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

19^{ème} section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Michèle BAUMANN

32^{ème} section : CHIMIE ORGANIQUE, MINÉRALE, INDUSTRIELLE

Monsieur Jean-Claude RAFT

40^{ème} section : SCIENCES DU MÉDICAMENT
Monsieur Jean-Yves JOUZEAU

60^{ème} section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE ET GÉNIE CIVILE
Monsieur Alain DURAND

64^{ème} section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE
Madame Marie-Odile PERRIN – Mademoiselle Marie-Claire LANHERS

65^{ème} section : BIOLOGIE CELLULAIRE
Mademoiselle Françoise DREYFUSS – Monsieur Jean-Louis GELLY – Madame Anne GERARD
Madame Ketsia HESS – Monsieur Pierre TANKOSIC – Monsieur Hervé MEMBRE

67^{ème} section : BIOLOGIE DES POPULATIONS ET ÉCOLOGIE
Madame Nadine MUSSE

68^{ème} section : BIOLOGIE DES ORGANISMES
Madame Tao XU-JIANG

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale
Docteur Alain AUBREGE
Docteur Francis RAPHAEL

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Georges GRIGNON – Professeur Michel PIERSON - Professeur Michel BOULANGE
Professeur Alain LARCAN - Professeur Michel WAYOFF – Professeur Daniel ANTHOINE
Professeur Hubert UFFHOLTZ – Professeur Pierre GAUCHER – Professeur Claude CHARDOT
Professeur Adrien DUPREZ - Professeur Paul VERT – Professeur Jean PREVOT – Professeur Jean-Pierre GRILLIAT
Professeur Philippe CANTON – Professeur Henri HEPNER – Professeur Pierre MATHIEU – Professeur Gilbert THIBAUT

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Norman SHUMWAY (1972) <i>Université de Stanford, Californie (U.S.A)</i>	Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989) <i>Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)</i>
Professeur Paul MICHIELSEN (1979) <i>Université Catholique, Louvain (Belgique)</i>	Professeur Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996) <i>Université de Pennsylvanie (U.S.A)</i>
Professeur Charles A. BERRY (1982) <i>Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)</i>	Professeur Mashaki KASHIWARA (1996) <i>Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)</i>
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982) <i>Brown University, Providence (U.S.A)</i>	Professeur Ralph GRÄSBECK (1996) <i>Université d'Helsinki (FINLANDE)</i>
Professeur Mamish Nisbet MUNRO (1982) <i>Massachusetts Institute of Technology (U.S.A)</i>	Professeur James STEICHEN (1997) <i>Université d'Indianapolis (U.S.A)</i>
Professeur Mildred T. STAHLMAN (1982) <i>Wanderbilt University, Nashville (U.S.A)</i>	Professeur Duong Quang TRUNG (1997) <i>Centre Universitaire de Formation et de Perfectionnement des Professionnels de Santé d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)</i>
Harry J. BUNCKE (1989) <i>Université de Californie, San Francisco (U.S.A)</i>	

A notre président de thèse

Monsieur le Professeur Michel BOULANGE
Professeur émérite de physiologie
Président honoraire de l'Université de Nancy I
Officier de la Légion d'Honneur
Officier dans l'Ordre National du Mérite
Commandeur dans l'Ordre des Palmes Académiques

vous nous faites l'honneur d'accepter de présider le jury de notre thèse
et de juger notre travail .

Soyez assuré de notre respectueuse et sincère gratitude pour le
soutien et les conseils que vous nous avez apportés avec tant de
gentillesse .

A nos juges :

Monsieur le Professeur Georges GRIGNON
Professeur émérite d'histologie, embryologie cytogénétique
Commandeur dans l'Ordre des Palmes Académiques

Monsieur le Professeur Daniel BURNEL
Professeur de biochimie et biologie appliquées
Chevalier dans l'Ordre des Palmes Académiques

Madame le Professeur Isabelle VALCKENAERE
Professeur de rhumatologie

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail .
Veuillez trouver ici l'expression de notre respectueuse reconnaissance et de
notre profonde gratitude .

A mon épouse Florence, chaleureuse, aimante et généreuse .
A notre grand fils Ambroise,
A notre fille Eléonore,
A notre fils Simon,
A notre petit Gabriel,
A ceux à venir .
Mes amours .

A mes parents, à qui je dois tout bien-sûr, et d'abord le trésor de la Foi .

A mes beaux-parents et à Mamie, avec toute mon affection .

A mes frères et soeurs, et beaux-frères et belles-soeurs, grâce à qui au delà des divergences nous sommes une famille unie .

A mes neveux et nièces, si divers et pleins de vie, de tout coeur .

A nos amis, à tous je redis ici mon amitié fidèle .

SERMENT

"Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque".

SOMMAIRE

Avant-propos	14
Introduction	16
<u>Première partie :</u> La station thermique : sa situation et son histoire .	18
1. La station thermique de Bains-les-Bains	18
2. Bains-les-Bains et son passé	23
<u>Deuxième partie :</u> Etude de l'eau thermique : physico-chimie, hydrogéologie, répartition dans les thermes, risque bactériologique .	35
1. Etude physico-chimique des eaux de Bains	35
2. Orographie	40
3. Géologie et hydrogéologie	41
4. Approvisionnement actuel en eau thermique, et répartition dans l'établissement	58
5. Qualité microbiologique des eaux et niveau d'hygiène de l'établissement	62

Troisième partie : Efficacité et mécanismes d'action d'une cure thermique à Bains-les-Bains ; orientation cardio-artérielle et récente accréditation en rhumatologie . 66

1. Principaux effets de la cure à Bains-les-Bains, correspondant à ses indications	67
2. Principales études sur l'efficacité et les mécanismes d'action des cures de Bains	69
2.1 Arnold 1925	69
2.2 Holvec 1940	72
2.3 Lambert 1954	76
2.4 Maruejol 1964	78
2.5 Piton et Maruejol 1980	78
2.6 Constant 1990	80
3. Tentative de présentation ordonnée des mécanismes d'action	82
A) L'action d'entraînement anti-stress	83
B) L'action des techniques thermales en eaux chaudes	92
C) L'action spécifique de l'eau de Bains-les-Bains	99
4. Radioactivité de l'eau thermique : avantages et risques	103
5. Consommation de médicaments à visée rhumatologique et cure thermique	118
Conclusion	123
Références	125
Annexes	136

Avant-propos

Orienté dans notre activité présente vers la médecine d'urgence, qui doit faire face à la survenue d'accidents brutaux ou inopinés, il peut paraître surprenant que le sujet de travail qui nous a été proposé se rapporte à la médecine thermique, démarche thérapeutique qui s'adresse essentiellement à des patients chroniques, chez lesquels les situations d'urgence revêtent plutôt un caractère exceptionnel.

Mais l'intérêt du professeur Georges Grignon, ancien doyen de la Faculté de Médecine de Nancy, qui nous a adressé au professeur Boulangé, de son côté ancien président de l'Université, pour les étudiants ayant tardé dans leur cursus à s'investir dans cette ultime effort de leurs études, les ont conduits à nous proposer un travail, à la fois d'enquête et de quête de documents, et de compilation bibliographique, portant sur une station thermique lorraine, Bains-les-Bains, dont l'évolution récente particulièrement encourageante se trouve liée à la réalisation d'une recherche universitaire, avant-gardiste dans son domaine, et à laquelle il est aujourd'hui souvent fait référence.

Nous nous sommes plu à aborder un tel sujet, qui nous a conduit à parcourir l'histoire de cette station, souvent à travers des documents anciens retrouvés aussi bien en terre vosgienne que dans la riche bibliothèque du laboratoire d'hydrologie et de climatologie médicales de la Faculté de Médecine de Nancy. Nous avons aussi découvert les actuels efforts qui sont entrepris de par le monde, surtout en Europe, pour développer une démarche d'évaluation validée d'une médecine ancienne, holistique et environnementale, dont le principe se rattache à l'utilisation des émergences naturelles d'eaux alliant pouvoir thérapeutique et perception symbolique. Les nombreuses hypothèses concernant les mécanismes d'action des cures ont évidemment aussi retenu toute notre attention.

C'est pourquoi, au terme de cette période studieuse de notre vie, d'ailleurs partagée dans une démarche conjugale conduite en parallèle, nous voudrions surtout, en quelques lignes, exprimer notre gratitude à tous ceux et toutes celles qui nous ont permis de le mener à bien. Nous avons déjà cité les professeurs Boulangé et Grignon, qui ont accepté de participer à notre jury de thèse et pour le premier, de la présider après nous avoir prodigué ses conseils tout au long de son élaboration.

Notre travail n'aurait pas été possible sans l'accueil qui nous a été réservé dans la station de Bains, et en particulier la gentillesse et les précieux renseignements fournis par sa directrice madame Gaudy, et son responsable technique monsieur Poirot.

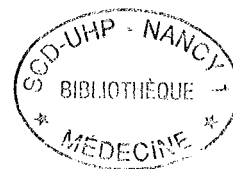
Grâce au professeur Solassol qui exerce, de par ses compétences en médecine fonctionnelle, des fonctions de consultant dans la station, nous avons pu mieux connaître la vie médicale quotidienne d'un exercice thermal spécialisé susceptible, dans une démarche comparative, d'apprécier l'apport chez des patients handicapés du traitement et du contexte balnéaire.

De son côté, le docteur Barthe nous a confirmé l'importance du bilan clinique complet réalisé lors de l'accueil puis de la surveillance de patients suivis essentiellement au titre de sa spécialité cardiologique .

Nous ne saurions oublier dans notre démarche de gratitude le docteur Florence Constant, qui grâce au travail difficile d'évaluation réalisé voilà une décennie à Bains-les-Bains, conduisant à des résultats scientifiques prometteurs, a pu à la fois soutenir une brillante thèse d'Université en 1998, et permettre à la station d'obtenir un nouvel agrément qui participe aujourd'hui à sa prospérité recouvrée .

Le professeur Daniel Burnel nous a accueilli et conseillé dans l'approche de la constitution physico-chimique de la ressource thermique de Bains-les-Bains et de la présence d'une radioactivité significative de ses eaux .

Le professeur Isabelle Valckenaere a très aimablement accepté de juger cette thèse, qui est en fait issu de travaux rhumatologiques conduits entre la Faculté de Médecine et la station de Bains - lesquels ont fait l'objet d'expertises universitaires d'un rhumatologue nancéien, le Professeur J. Pourel, et d'un rééducateur fonctionnel parisien, le Professeur M. Revel .



INTRODUCTION

Depuis l'antiquité, des hommes et des femmes sont venus prendre les eaux sur le site de Bains-les-Bains. Grâce à leurs eaux chaudes, leurs gaz et leurs vapeurs, ces sources ont été fréquentées très tôt mais de façon plus ou moins constante.

L'auraient-elles été si l'homme n'y avait pas trouvé, de tout temps, quelques bienfaits pour sa santé ? Même lorsque l'évaluation de cette efficacité se faisait de façon empirique, elle a toujours conduit à exploiter médicalement cette eau si particulière. Des générations de médecins y ont envoyé, ou accueilli, leurs patients, et en ont publié les bienfaits.

Bains-les-Bains est une station d'eaux chaudes peu minéralisées, silicatées, sulfatées et sodiques, légèrement oxycarbonées, naturellement radioactives, dont le jaillissement s'accompagne d'émanations gazeuses.

Si nous sommes amené aujourd'hui à faire le point sur l'évolution de Bains-les-Bains, c'est qu'à l'indication reconnue de la cure thermique pour les maladies cardio-artérielles s'est ajoutée de façon définitive depuis février 2003 celle des affections rhumatismales, et cela grâce aux études conduites par le docteur Florence Constant. La station connaît depuis plusieurs années une fréquentation croissante, contrastant avec l'évolution d'une autre station française, Royat, qui possède déjà ces deux grandes indications, avec une eau très riche en CO₂ ; ce dernier constitue l'essentiel du gaz thermal de Royat, ce qui a conduit à son utilisation en injections sous-cutanées. Longtemps, Bains-les-Bains a été pénalisée de ne pas avoir d'indication rhumatologique associée.

Le nombre de stations agréées dans l'accueil de patients atteints d'affections cardio-artérielles est pourtant limité, et la clientèle potentielle extrêmement importante, en parallèle avec l'évolution démographique et le vieillissement de la population, et les effets à distance, surtout dans la population masculine, d'un tabagisme trop largement répandu. Outre Royat, l'agrément de soins pour les maladies cardio-artérielles n'est en effet reconnu qu'à Bourbon-Lancy, qui s'était spécialisée dans le traitement du rhumatisme articulaire aigu : celui-ci ayant pratiquement disparu, les cures ont pris une orientation purement rhumatologique, et enfin Le Boulou, dont l'orientation dans le domaine, à côté des affections digestives et métaboliques, est d'installation récente.

En développant des aspects aussi variés que l'histoire, la géologie, la chimie, la physique, l'évaluation statistique, la physiologie, la médecine physique, et jusqu'à certains aspects techniques, notre approche est d'abord pluridisciplinaire, et rend peut-être compte à sa manière d'un aspect fondamental du thermalisme : la prise en charge globale du patient, qui trouve dans la cure thermique des soins pour toute sa personne . Le dépaysement géographique, l'encadrement naturel, le repos, l'environnement thermal, le personnel qualifié et attentionné, le contact facile avec les autres curistes, le temps passé à prendre soin de son corps, le contact avec l'eau, sa thermalité, les techniques diverses d'application, les soins spécifiques, le suivi médical, tout cela concourt à son bien-être, et nous verrons à quel point ce peut être important dans le maintien ou le retour aux équilibres physiologiques .

L'interdisciplinarité apparaît également, sitôt que l'on étudie la crénothérapie, au travers de ses possibilités thérapeutiques dans des domaines très divers de la médecine .

Première partie :

La station thermale : sa situation et son histoire

1. La station thermale de Bains-les-Bains

Située au sud des Vosges, elle est nichée dans la vallée du Bagnerot, affluent du Côney, flanqué lui-même par le Canal de l'Est .

Les eaux thermales jaillissaient initialement par onze sources, à une température de 25 à 51°C selon les émergences : 7 sous le dallage du Bain Romain ; Artéria, Robinet de Fer, Romaine, Tempérée, Grosse Source, Souterraine, la Vache, et 4 plus dispersées au Bain de la Promenade ; Féconde, Casquin, Silicia, Promenade .

Selon la théorie d'Armand Gauthier, ces eaux étaient qualifiées de plutoniennes, résultant de la distillation des roches volcaniques dans le magma terrestre, sous l'influence de la chaleur et de la pression . Elles atteignent la surface terrestre par de nombreuses failles du terrain granitique avant de traverser la couche de grès . Cette origine expliquerait leur débit régulier indépendant des pluies, une minéralisation et une température constantes, l'accompagnement non négligeable de gaz rares et sa radioactivité relative . Nous allons voir que cette théorie est aujourd'hui considérée insuffisante .

Elles sont hypominérales, silicatées, sulfatées et sodiques .

Un nouveau forage dans le Grand Parc Thermal, dit "La Forêt", a permis en 1989 d'accroître sensiblement le débit des eaux thermales .

Actuellement, tous les traitements thermaux s'effectuent dans le Bain de la Promenade qui est un établissement pur style 1930, d'une surprenante luminosité grâce à une verrière le surplombant, l'éclairage méridien traversant de haut en bas les trois niveaux . Il abrite également la Buvette des Thermes .

Les mécanismes d'action cardio-vasculaire thérapeutique des eaux de Bains ont été étudiés expérimentalement dans la première moitié du XXème siècle par les importants travaux des professeurs Santenoise et Merklen, ainsi que des docteurs Vidacovitch et Massot .

L'efficacité de la cure thermale sur la pathologie rhumatismale est notée de très longue date . Une importante étude récente, menée par le service d'hydrologie médicale de la Faculté de Médecine de Nancy, suivant une approche évaluative selon les règles de l'"evidence based medecine", en a vérifié l'exactitude dans les lombalgies chroniques .

LES DEUX ETABLISSEMENTS DE BAINS-LES-BAINS



Le BAIN ROMAIN

aujourd'hui inutilisé .

Une grande partie des eaux sont acheminées vers le réservoir principal ; elles forment le "prémélange" destiné aux piscines de la partie cardio-vasculaire .

La source Arteria, autrefois source Saint-Colomban, est la seule à alimenter la Buvette des thermes où elle est acheminée .



Le BAIN de la PROMENADE

où sont dispensés tous les soins est un bâtiment pur style 1930 . Entièrement réaménagé il y a dix ans, il est séparé en deux ailes correspondant aux deux agréments actuels ; les maladies cardio-vasculaires et les affections de l'appareil locomoteur .



Les indications thérapeutiques résultent d'observations et d'expérimentations, ayant abouti aux agréments officiels successifs correspondant . Une description détaillée peut en être obtenue sur le site internet de la commune, ou sur les plaquettes d'information de la station, et se divisent à l'heure actuelle en deux grandes orientations .[113].

A) Maladies cardio-artérielles :

- Complément du traitement médical et chirurgical (pontage, endartériectomie, dilatation artérielle, sympathectomie) à tous les niveaux : artérite des membres inférieurs stades I, II et III, angine de poitrine, infarctus du myocarde, obstructions carotidiennes ; maladies vasculaires opérées (prothèses, angioplasties) ; hypertension artérielle ; troubles circulatoires des extrémités ou acrosyndromes, en particulier dans la maladie de Raynaud .
- Prévention des maladies cardio-artérielles et de l'insuffisance circulatoire cérébrale ; revitalisation et réoxygénation .
- Réentraînement à la marche : parcours jalonnés après accident cardiaque et après intervention sur le coeur et les artères .

B) Rhumatologie :

- Arthroses ou affections dégénératives du rachis (opérées ou non), avec ou sans complications radiculaires : cervicarthrose douloureuse avec ou sans névralgie cervico-brachiale ; arthrose dorsale douloureuse ; arthrose lombaire douloureuse avec ou sans névralgie sciatique ou crurale .
- Syndromes douloureux vertébraux secondaires : à un trouble de la statique (scoliose douloureuse) ; à une atteinte discale (hernie discale, y compris en post-opératoire) avec lombalgie, sciatalgie ou cruralgie ; à une dystrophie rachidienne de croissance ; et d'une façon générale les syndromes algiques, cervicalgies, cervico-brachialgies, sciatalgies .
- Arthroses ou affections dégénératives périphériques : coxarthrose, gonarthrose, omarthrose, arthrose des mains ou des pieds ; prothèse articulaire .
- Rhumatismes abarticulaires : périarthrite de l'épaule ou de la hanche ; épicondylite, épitrochléite ; tendinites ; bursites .
- Ostéopathies douloureuses : ostéoporose, ostéopathie raréfiante simple et séquelles de tassements vertébraux .
- Rhumatismes inflammatoires : polyarthrite rhumatoïde , pelvispondylite rhumatismale , rhumatismes psoriasique ou goutteux, en dehors de poussées évolutives qui constituent une contre-indication .
- Séquelles de traumatismes ostéoarticulaires : séquelles de fractures avec ou sans ostéosynthèses (rachis, membres, polytraumatismes) ; retard de consolidation ; séquelles d'entorses, de luxations ; algoneurodystrophies réflexes ; affections orthopédiques chirurgicales ou non ; arthrose post-traumatique ; raideurs articulaires .

C) Double indication : soit Rhumatologie et Maladies Cardio-Artérielles, soit MCA + RH, en fonction du handicap prépondérant ; la demande de prise en charge doit alors le mentionner explicitement .

Les contre-indications sont d'ordre général, et concernent toute cure thermale : affections tumorales néoplasiques évolutives, états cachectiques, affections aiguës fébriles évolutives (en particulier tuberculeuses), Sida, cardiopathies décompensées, affections psychiatriques sévères, cirrhose hépatique, hypertension artérielle sévère non stabilisée, néphrites aiguës, maladies contagieuses .

Les techniques thermales ou crénothérapie

Elles sont douces, non traumatisantes, généralement bien tolérées et souvent appréciées .

A) Maladies cardio-arterielles :

- cure de boisson, exclusivement avec l'eau de la source Saint-Colomban, rebaptisée Arteria : c'est l'administration interne d'eau jeune, c'est-à-dire dès son jaillissement de la roche . La quantité et la fréquence sont indiquées lors de la prescription, par exemple 60 à 80 ml deux ou trois fois par jour .
- bain en eau courante : c'est la plus ancienne et la plus simple des techniques d'application externe de l'eau thermale, en général pour des durées de 8 à 10 minutes, en baignoire individuelle .
- bain avec insufflation de gaz : il s'agit bien-sûr des gaz thermaux, qui viennent barboter dans l'eau du bain sous forme de fines bulles .
- bain avec aérobain : il s'agit du même soin, augmenté d'une insufflation d'air .
- douche générale au jet, dont la technique très variable est précisée par le médecin : elle sera appliquée, dans cette indication, du centre du corps vers sa périphérie .
- douche pénétrante, dispensée sur une table de soins à l'aide d'une rampe de jets multiples et oscillants, orientables pour venir perpendiculairement à la peau sur les zones voulues ; l'atmosphère de ces cabines est riche en vapeurs, favorisant l'inhalation des particules d'eau thermale .
- douche artéritique, dite du "robinet de fer" : c'est un soin spécifique de Bains-les-Bains pour l'artérite des membres inférieurs, avec un gros débit sous faible pression, entre 48,5 et 49°C, dirigé sur les masses musculaires . Le patient se l'applique lui-même, selon sa tolérance pour éviter toute sensation de brûlure, souvent pendant 8 à 10 minutes .
- bain local mains et pieds : avec pédiluve-manuluve, pour les syndromes de Raynaud et les autres troubles vasculaires périphériques où il est particulièrement efficace .
- couloir de marche, où seuls les membres inférieurs sont immergés, et où le curiste marche dans un flux constant d'eau thermale : très utile dans l'artérite, il peut aussi servir à une température plus basse dans les syndromes variqueux .

B) Rhumatologie et séquelles de traumatisme ostéo-articulaire :

- cure de boisson .
- bain en eau courante .
- mobilisation en piscine, sous la direction d'un kinésithérapeute, avec des mouvements de gymnastique médicale et rééducative personnalisés .
- douche générale au jet, appliquée cette fois de la périphérie vers le centre du corps .
- douche pénétrante générale .
- douche sous immersion en piscine, avec des jets immergés automatiques de faible pression, réglable en hauteur pour toutes les parties du corps .
- douche de forte pression sous immersion en piscine, ce qui permet un massage, notamment pour la rééducation fonctionnelle .
- massage sous l'eau, sur une table de massage aspergée en continu par une pluie d'eau thermale, où le masseur-kinésithérapeute peut effectuer un drainage veino-lymphatique ainsi que des massages relaxants, tout en favorisant la pénétration des éléments de l'eau thermale .

- bain de boue général, dans une boue de kaolin, avec pédifouillage et manumobilisation ,
- cataplasmes en application locale et/ou en applications multiples, constitués d'une boue de kaolin à l'eau thermale, à température élevée, appliqués pendant une dizaine de minutes .
- douche locale suivie de bain de boue local aux mains et/ou aux pieds, jusqu'aux avant-bras et/ou jusqu'aux genoux .
- pédi-manu-douche pour la polyarthrite rhumatoïde .

Les prestations

La cure est prise en charge par les organismes d'assurance maladie, pour 18 jours .

* Les honoraires de surveillance médicale sont forfaitisés et remboursés de 65% à 100% selon le taux de prise en charge par la Caisse du patient pour l'affection ayant motivé la cure .

* Le traitement thermal est remboursé à 65% ou 100% . En fonction des conventions passées avec les Caisses d'Assurance Maladie, les Thermes peuvent proposer le tiers payant . La prise en charge des traitements est forfaitaire (RH1, RH2, et MCA), mais si certains soins supplémentaires conseillés par le médecin sont exceptionnellement hors forfait, ils seront à la charge du patient .

* En fonction des ressources annuelles et selon les plafonds fixés par le Ministère de la Santé, sont pris en charge :

- les indemnités journalières, si elles sont prévues par les Conventions Collectives
- les frais de séjour, forfaitisés
- les frais de transport sur la base de 65% à 100% du tarif 2° Classe de la SNCF, aller et retour du domicile au lieu de cure .[113].

2. Bains-les-Bains et son passé

La source principale d'information sur les données historiques anciennes est le travail de compilation fait par l'abbé Olivier et publié de 1909 à 1911.[93].

Le 24 juin 1829, une lettre préfectorale est remise au baron Girard, maire, donnant le titre de VILLE à Bains-les-Bains . Les armoiries sont alors définies comme suit :

"d'azur à la fontaine d'or rayonnant d'argent, au B d'or au canton dextre et à l'abeille d'or au canton sénestre" . L'abeille est le symbole du labeur acharné, le B rappelle le nom de Bains . C'est un chef-lieu de canton de l'arrondissement d'Epinal .

L'origine du nom est donnée par l'éthymologie latine : *balneum* . Les orthographes diverses que l'on retrouve sont Bains, Bain et de Balneis au XIVème siècle, mais aussi Baing au XVIè ; la plus courante, du XIIè au XVIIIè reste la plus simple : Bain . L'orthographe moderne est fixée au XIXè, Bains . Puis Bains-en-Vosges pour la différencier de Bain-de-Bretagne, et enfin Bains-les-Bains .

De l'époque néolithique nous sont parvenues une hache et des hachettes de silex poli, trouvées non loin de l'agglomération ; à 6 kms à l'Est se dresse une roche druidique probable, ayant pu servir ensuite aux gaulois de table pour sacrifices dans le culte de l'eau .[27].

Sur la commune, dans la forêt de Montroche et au lieu-dit Le Châtelet, se trouvent des vestiges d'oppidum gaulois : en fait trois oppida, enceintes fortifiées dont il reste des remblais, fossés et monticules de moellons recouverts de terre végétale . Bains se situe aux confins du *Pagus calvomontensis* (= Chaumontois), une des principales divisions de la Civitas des LEUQUES . On note aussi la présence de roches mégalithiques dans la forêt des Fouillies, rive gauche du Cône et du Bagnerot, faites d'un entassement de roches de grès bigarré, formant des entablements, des cavités et des couloirs .

L'origine du bourg, sa fondation, est cependant clairement romaine . Les sources chaudes en ont été le point de départ et ont déterminé la dénomination du lieu, *Balneum*, alors qu'ailleurs (Plombières, Luxeuil) un nom de lieu devait préexister à l'installation des thermes romains . Suivant l'usage romain, le captage est fait sur place . Les sources coulent directement dans les bassins sans que leur température, leurs gaz, leurs qualités physiques et thérapeutiques aient subi la moindre altération .

En 1752, lors de la réparation du bassin de la principale source, on découvre, sous une colonne cylindrique de six pieds de haut percée selon son axe pour donner issue à l'eau, environ 600 monnaies romaines en bronze aux effigies d'Auguste, d'Agrippa, et d'autres empereurs jusqu'à Domitien, et aussi quelques monnaies grecques .

Comme l'explique l'abbé Choux, il ne peut pas s'agir d'une sorte d'*ex-voto*, c'est-à-dire d'un remerciement aux dieux pour des bienfaits obtenus : ici, la somme très importante est placée sous les fondations mêmes du captage de la source . *"Une des principales pratiques culturelles consistait en dépôt auprès ou dans la source sacrée d'offrandes offertes en hommage à sa divinité (...), don d'un objet ayant quelque valeur, valeur marchande ou plus souvent valeur de symbole . C'est la forme la plus élémentaire du sacrifice ."*[25]. C'est aussi ce que dit le père de Grandmaison : c'est une *"prière en quelque sorte objectivée, offrande coûteuse, non seulement dédiée à la divinité, mais soustraite, au moins partiellement, à l'usage humain et détruite ou dénaturée dans le but de reconnaître le haut domaine de l'Être Premier ."*[56].

Plus tard, on met au jour une piscine de 9,60 m de long sur 6,40 m de large pavée de dalles, établie sur un épais massif de béton, et entourée d'un triple rang de gradins . En comparaison, la piscine retrouvée à Plombières, à 15 km de là, mesurait 41 m sur 9 m . [102]. En 1845, lors des fondations du nouveau Bain-Romain, on extrait parmi les débris plusieurs monnaies en bronze, quelques pièces d'argent d'origine grecque, et un petit grenat finement gravé en creux représentant une tête de Caracalla, partie probable d'une fragile fibule romaine . Caracalla est un empereur du III^e siècle, bâtisseur des Thermes de Rome qui portent son nom ; c'est lui qui étendit le droit de cité romain à tout l'Empire .

Vers 1927, des fouilles ont permis de retrouver les vestiges d'une agglomération à 500 mètres en aval du bourg actuel, abandonnée suite à des inondations dévastatrices du Bagnerot ; est extraite notamment une volumineuse stèle-maison, ancien monument funéraire pré- ou gallo-romain, représentant sur une face un buste de femme tenant en main une coupe . Cette stèle est actuellement visible dans le parc.

Les voies romaines sont nombreuses à proximité : la principale de Saint-Loup à Xertigny traverse le hameau des Trémours et Bains, plusieurs autres se croisent aux alentours, dont la voie de Harsault pour se rendre à Escles, ville romaine carrefour, qui devait traverser le Cône au Pont des Fées . Ce pont, mis au jour en 1880 lors des travaux du Canal le l'Est, est un haut chemin pavé, de 4m72 de large, long de 51m sur une rive et de 10m sur l'autre, en grand appareil romain fait de blocs de pierre taillés avec la "coche" centrale caractéristique . Il reste inachevé, et remonte donc probablement à la fin du IV^e siècle, à l'époque des grandes invasions barbares : plus d'une centaine de blocs gisent à l'entour, certains achevés, d'autres ébauchés, comme un gigantesque chantier interrompu .

A la ferme de Pierre Taillée, voisine du pont, une statue fut découverte par le fermier, probablement celle d'une vierge-mère gallo-romaine, décapitée par la charrue de son découvreur . Cette statue a été vénérée par des chrétiennes des environs, dans la grange où on l'avait placée, jusqu'à son transport au musée d'Epinal vers 1822 . A l'entrée de l'ancienne église de Bains, selon Dom Calmet, on voyait des bas-reliefs de divinités païennes . [21].

Saint Colomban (545-615), rude moine irlandais, laisse des souvenirs de son passage dans la région, et y fonde plusieurs monastères, dont celui de Luxeuil . Il quitte la Lorraine, poursuivi par la colère du roi Chilperic à qui il avait reproché sa conduite . Il devient le patron de la paroisse de Bains . [6].

Par la suite, l'histoire de Bains devient un chapitre de l'histoire de l'abbaye de Remiremont : de 620 à 1786, les abbesses exercent leur souveraineté sur le ban de Bains . Les fermiers exploitent les terres contre redevance, appelée cens . Entre Lorraine et Franche-Comté, les seigneurs voués, à l'origine protecteurs des monastères, s'affranchissent peu à peu du Chapitre, et s'intitulent simplement seigneurs de Bains . Le chapitre lui-même se sécularise ; né du régime monacal, il ne garde au XIII^e siècle que quelques rares souvenirs de la règle de Saint Benoît . Au XIV^e siècle, une charte de franchise de Bains est accordée par l'abbaye, qui conserve ses droits régaliens sur plusieurs forêts et terres . En 1444, Jean Loys de Thuillères fait hommage au Duc de Lorraine et de Bar, anéantissant la suzeraineté de l'abbesse de Remiremont .

Une partie du territoire de la commune (le Charmois, le Raval, les Fontenelles), dépend cependant du Comté de Fontenoy... Cela cause plusieurs conflits : en 1330, le bourg est incendié, et en 1572, 25 fermes sont détruites par les hommes d'armes de Fontenoy . Car Fontenoy est alors une grande cité rivale de 10.000 habitants avec hôpital, château et couvent de capucins .

Mais il y a aussi des catastrophes d'un autre ordre : en 1498 un incendie réduit Bains en cendres, et en 1571 ce sont les maisons du fond de la vallée qui sont détruites par d'importantes inondations .

Les noms des différents propriétaires des eaux thermales depuis le XIV^{ème} siècle semblent avoir été connus de l'abbé Olivier [93], qui malheureusement n'en donne pas la liste .

Mais qu'en est-il de l'activité thermale depuis la chute de l'empire romain ? Il existe certainement à partir des invasions barbares un recul des pratiques thermales . Pourtant, la fréquentation des eaux ne disparaît probablement pas ; on sait par exemple qu'à l'époque de Charlemagne, Aix-la-Chapelle est un grand centre thermal . Aucun écrit ne permet pour l'instant d'en savoir plus sur l'utilisation des sources de Bains-les-Bains pendant plus de mille ans .

Pourtant au Moyen-Age, le bain est prisé : *Venari, ludere, lavari, bibere, hoc est vivere !* Chasser, jouer, se baigner, boire, voilà qui s'appelle vivre ! Nous connaissons aussi l'importance qu'ont les fontaines pour les hommes du Moyen-Age, avec une symbolique très riche, religieuse autant que profane : citons simplement la légende Arthurienne, qui prend ses racines au début du IX^{ème} siècle pour s'étendre peu à peu à une grande partie de l'Europe, et qui devient très en vogue et très populaire aux XII^{ème} et XIII^{ème} siècles . Dans *Le Roman de Brut* du trouvère Wace, la fontaine de Barenton en forêt de Brocéliande est une fontaine de Jouvence qui donne une jeunesse éternelle . Cet aspect de la fontaine magique se retrouve aussi dans *Le Chevalier au Lion* de Chrétien de Troyes, qui fréquente la cour de Marie de Champagne . Il s'agit cette fois d'une "*fontaine qui bout*", ou encore qui "*bouillonnait comme une eau très chaude*".[26]. Le roman courtois de Flamenca, qui se déroule dans la station de Bourbon l'Archambault, fait se rencontrer les amants à l'insu de l'époux de la dame ; grâce aux bains, le rival se fait passer pour curiste . Jaltel [65] rapporte que parfois le bain thermal devient synonyme de débauche : les étrangers viennent contempler les baigneurs nus et lancent même des pièces et des bouquets aux plus entreprenants . Certaines sources ont vite la réputation de combattre la stérilité... Les "étuviers" reçoivent en certains endroits la consigne d'interdire les bains mixtes .[10].

Quelques traités sur l'action des eaux nous sont parvenus ; citons, au XII^{ème} siècle, le travail de Pierre d'Eboli sur l'action des bains de Pouzolles, ou le livre collectif de plusieurs médecins du XIII^{ème} siècle destiné à conseiller les patients venus se soigner aux eaux de Porrenta .[54]. Les principales stations dont nous savons qu'elles furent régulièrement fréquentées durant toute cette période sont Vichy, Nérès, Plombières, Bourbon-Lancy, Bourbon-L'Archambault, Ax-les-Thermes et Cauterets . La lèpre, apparue en France dès 720, s'étend au XIII^{ème} siècle, depuis la Provence, sur tout le territoire français actuel . On la soigne notamment dans les stations sulfurées pyrénéennes .

Au XV^{ème} siècle, Bracciolini de Giliccio décrit les traitements et les conditions de la vie quotidienne aux bains de Bade . Dans de nombreuses villes sont fondées des "maisons de bains" où l'on s'immerge dans des piscines d'eau tiède, souvent pendant plusieurs heures . La plupart, peu à peu discréditées, sont ensuite fermées .[41].

Finalement, voilà une période de mille ans de notre histoire, sur laquelle nous possédons peu d'écrits . Ceci explique que nous en ayons surtout des idées fausses ; le Moyen-Age est parfois confondu avec les caricatures qui en ont été faites soit par ses adulateurs soit par ses détracteurs au cours des deux derniers siècles . Certains éléments, tenus comme nous venons de le voir, permettent d'affirmer que les cures thermales avaient leur place, au moins aux époques concernées .

Il est peu vraisemblable que les sources chaudes de Bains soient restées inutilisées pendant des siècles, sans que nous ayons cependant de traces précises pour le vérifier .

Au XVIème siècle se dresse à proximité du Bain Romain, au centre de la ville, l'Hôpital de la Magdeleine, qui est destiné à secourir les pauvres étrangers venus de la Lorraine et de la Comté pour l'usage des eaux thermales : les soins et la pension y sont gratuits pour eux . Les résultats des cures attirent l'attention des ducs de Lorraine, qui y envoient des soldats débilisés par les fatigues de la guerre, et en font une sorte de station thermale militaire . Sa renommée est cependant loin d'atteindre à l'époque celle de Plombières, puisqu'en 1576, Jean Le Bon, auteur d'un *Abrégé de la propriété des Eaux de Plombières*, dit des piscines de Bains qu'elles "*ne vaillent ny ne servent qu'à se laver*".[102]. Effet de la concurrence ? Là encore, les éléments dont nous disposons sont insuffisants pour trancher .

A cette époque en France voisine, des médecins célèbres s'intéressent aux stations, tels Jean Pidoux, Nicolas de Nicolay et Ambroise Paré, ardent défenseur du thermalisme ; en Suisse Paracelse écrit un *Discours sur les Eaux thermales* . On voit grossir la foule des curistes et parmi eux des personnages connus . Montaigne préfère se fier aux eaux thermales plutôt qu'aux connaissances médicales de son temps pour se soigner : il souffrait de la gravelle, c'est-à-dire de lithiase urinaire . Notons aussi Marguerite d'Angoulême, François Ier, Catherine de Médicis, Henri II, Henri III, Henri IV... En 1605, le docteur Jean Ban publie à Paris *De l'usage et employ des eaux naturelles contre les maladies* . La même année, le 26 mars, Henri IV crée la Surintendance Générale des Bains et des Fontaines du Royaume, pour découvrir, analyser, entretenir et faire connaître les sources du pays .[138].

L'hôpital de Bains-les-Bains, (qui n'est pas encore français), et la chapelle attenante sont détruits par les armées protestantes au cours de la guerre de Trente-Ans (1618-1648). Celle-ci est meurtrière . En 1631, alors que les sources coulent à découvert, sans récipients, formant des mares dans lesquelles on se baigne en plein air, deux bassins sont réaménagés par les seigneurs de Fontenoy au Bain-Vieux, place de la Magdeleine, et entourés d'une simple muraille . A nouveau, tout est rapidement détruit par les Suédois . Vers 1645, ce sont les bandes hongroises et croates qui se livrent au pillage . En 1650, le passage des Espagnols ruine le pays, au même titre que les troupes françaises dont l'occupation est presque continuelle pendant 60 ans... Signalons aussi le tremblement de terre de 1682, qui dans la nuit du 11 au 12 mai, rase une partie notable du bourg . Finalement, on ne recense plus en 1710 que 48 habitants à Bains .

Il est curieux de constater que dans son ouvrage de 1852, le docteur Bailly, dernier médecin inspecteur des eaux, ignore l'existence d'un hôpital et de cures thermales au XVIème siècle : la guerre de Trente Ans et l'occupation qui a suivi représentent près d'un siècle de ruines et de malheurs, et ont provoqué une rupture profonde dans la mémoire collective et la transmission du passé. L'être humain aurait-il une tendance naturelle à nier jusqu'à l'existence de ce qu'il ne connaît pas ? Le docteur Bailly affirme ainsi qu'entre l'époque romaine et le duc Léopold, ce sont des siècles d'obscurantisme où les eaux n'étaient pas utilisées .

Il faut attendre alors d'être vraiment dans le XVIIIème siècle . Les seigneurs copropriétaires des sources, depuis 1704, sont les seigneurs de Fontenoy . Or, partis guerroyer loin de leurs terres, ils sont absents de manière prolongée . Un certain Jacob Nonnet sollicite et obtient au bout de dix ans, en 1714, la permission du duc de Lorraine, Léopold, de construire un nouvel établissement au Bain-Vieux : celui-ci attire rapidement de nouveaux curistes . Ce n'est alors qu'un enclos aux portes toujours ouvertes, qui provoque plutôt toutes les licences ; certains se baignent tout nu, y commettent des actes indécents . Ils importunent les baigneurs, et font bruit et scandale passé neuf heures du soir . D'autres contreviennent à la propreté, ou y lavent leur linge et leurs draps . On est même contraint de punir de 25 francs d'amende, une somme exorbitante, les contrevenants, ou de les mettre au carcan et de les exposer pendant deux heures en place publique pour les insolubles . Ils encourent trois jours de prison en cas de récidive . En 1724, le grand doyen décide que les hommes doivent descendre du côté de la grande source, les femmes du côté de la petite source .

C'est à cette époque que les bains sont couverts, et que Jacob Nonnet exige une modique rétribution aux baigneurs . Les malades accourent en grand nombre, avec des améliorations et des guérisons constatées, qui répandent la renommée des eaux de Bains, tout en augmentant la recette annuelle de leur exploitation . Ce fait attire l'attention des seigneurs, qui après plusieurs tentatives juridiques, obtiennent finalement gain de cause, recupèrent les bains en indemnisant Jacob Nonnet, et étendent l'exploitation à d'autres sources . Dès 1725, un relevé de trois commissaires du duc de Lorraine mentionne deux sources chaudes dans le Vieux-Bain ou Bain Romain, une fontaine froide à quelques distances derrière, une source sur la rive gauche du ruisseau dite La Vache, et plusieurs sources chaudes et froides qui alimentent le Bain-Neuf ou Bain Casquin .

Extraits du Règlement de 1734

" Article Ier. Les infirmes qui arriveront à Bains en deux saisons de l'année pour y prendre les eaux, avant de pouvoir faire aucun exercice, seront obligés de s'adresser au médecin directeur des eaux et de lui déclarer quelles sont les maladies et infirmités qui les obligent de les prendre afin qu'ils connaissent que les maladies dont ils sont atteints ne sont point de celles qui se communiquent par la fréquentation, ou qui peuvent être nuisibles aux autres malades ; après quoi ils seront reçus sur le simple billet dudit médecin qui leur donnera au surplus les avis nécessaires sur la pratique qu'ils doivent suivre, sans lequel billet il ne sera libre à aucun malade de se trouver à la fontaine desdites eaux ni de prendre les bains à peine de punition suivant l'exigence du cas .

(...)

Article III. Les infirmes aisés payeront à l'adjudicataire des bains 30 sous par tête et par chaque saison ; les médiocres 20 sous . Le tout pour être employé à l'entretien des sources minérales desdits bains et édifices actuels et aux nouveaux bâtiments à construire s'il se trouve nécessaire . Pour lesquels bâtiments et entretiens les Maire et habitants du lieu, comme les plus intéressés, seront tenus et obligés de fournir les bois et les voitures nécessaires . Et à l'égard des pauvres, certifiés tels par les officiers des lieux de leur résidence, ils auront non seulement l'usage des eaux gratuitement, mais le médecin directeur desdites eaux sera tenu de leur donner les avis et les soins par charité .

(...)

Article VI. Fait pareille défense à toutes sortes de personnes de quel rang et qualité qu'elles soient, d'entrer ni de se baigner dans les bains pendant les mois de mai et de juin après 9 heures du soir et pendant les mois d'août et de septembre après 8 heures aussi du soir sans un ordre exprès du médecin directeur à peine de 10 fr. d'amende comme dessus . (...)

Fait au Conseil d'Etat de S.A.R., Mme la Régente y étant, tenu à Lunéville le 12 juillet 1734 .

Signé : Elisabeth-Charlotte et contresigné : Runel "

Un autre endroit du règlement précise à nouveau les deux saisons de cures : mai et juin d'une part, août et septembre d'autre part .

Il est à souligner les dispositions concernant les plus pauvres, véritables équivalents de notre Couverture Maladie Universelle, avec l'existence d'une attestation de pauvreté délivrée par les officiers du lieu de résidence des malades, et leur assurant la gratuité de la cure et des soins ! Et encore notre CMU d'aujourd'hui ne s'applique-t-elle pas aux cures thermales ! La gratuité des soins pour les pauvres a toujours été la règle à Bains, déjà attestée à la Renaissance . Cela dure jusqu'en 1851, date à laquelle le nouveau propriétaire supprime cet usage : malgré les vives protestations de la municipalité, qui porte l'affaire devant les tribunaux, le procès confirme les droits du propriétaire . Les soins ne seront plus gratuits pour les plus pauvres .

L'eau embouteillée de Bains s'exporte pour la consommation : on en trouve en quantité vers 1740, où elle se vend au moins jusqu'à Nancy, 16 à 18 sols la bouteille, un prix exorbitant . L'eau est prescrite en boisson pour des cures à domicile (docteurs Bagard, Kast, Morand) .

La vogue que connaissent les eaux de Bains durant la seconde moitié du XVIIIème siècle est due principalement à Kast, premier médecin du Roi de Pologne Stanislas qui règne sur la Lorraine de 1737 à 1766 . Après en avoir apprécié par lui-même les heureux effets, il s'efforce de les mettre en crédit et de leur assurer un avenir brillant . Avant lui, deux autres médecins de la Cour de Lorraine, les docteurs Bagard et Liabé, en ont fait le plus grand éloge :

" Nous soussignés, conseillers, premiers médecins de feu S.A.R. Madame la Duchesse douairière de Lorraine et de Bar, certifions qu'ayant fait usage depuis plus de trente ans des eaux de Plombières et de Bains, nous avons remarqué que celles de Bains, dans certains cas, l'emportent sur celles de Plombières : comme pour les maladies de poitrine, les gouttes vagues et les rhumatismes goutteux . Dans toutes les autres maladies celles de Bains égalent celles de Plombières en vertu et qualité ... Fait à Nancy, le 11 mai 1747 . "

Le docteur Bailly [8] remarque qu'à l'époque, l'usage n'est pas des certificats de complaisance, comme moyen de réclame .

L'ingénieur Baligand est l'auteur d'un rapport qui en 1749, demande aux seigneurs de Fontenoy d'assurer l'exploitation et l'aménagement de nouvelles sources . Les travaux nécessaires aboutissent en 1753 à un bassin ovale divisé en deux parties avec des températures différentes au Bain Neuf .

L'arrêt du Conseil d'Etat de 1750 indique en outre que *"la communauté urbaine fera paver incessamment et entretenir proprement la grande rue, comme aussi celle qui sert de communication de l'ancien bain avec le nouveau, et chaque habitant fera paver en caraudage le devant de sa maison . Fait défense, S.M., à toute personne de déposer aucun fumier ni immondices dans lesdites rues..."* [102].

C'est lors des travaux menés au Bain Romain sous la direction de l'ingénieur Baligand que sont découvertes en 1752 les fameuses "600 médailles" romaines, tel que le mentionne Durival dans ses "Mémoires sur la Lorraine" .[6].

En 1757, dans le Journal de Médecine, Morand publie un mémoire sur les eaux de Bains comparées aux eaux thermales analogues de la Lorraine ; il décrit celles de Bains comme un "*doux diaphorétique désobstruant*", et malgré leur moindre degré de chaleur, conclut que "*les eaux de Bains sont supérieures à celles de Plombières*" ."[87].

L'abbé Texier à la même époque, d'après l'abbé Olivier [93], rapporte les principales indications des eaux de Bains : "*On fait boire aux malades de l'eau de différentes sources selon les genres d'inconvénients auxquelles on les croit propres . On prescrit celle de la Grosse Source du Vieux-Bain dans les dysenteries invétérées, pour faire cesser les vomissements occasionnés par relâchement d'estomac ; celle du Robinet de Fer regardée comme martiale dans les pâles couleurs et les fluxions blanches ; celle dite Romaine dans les obstructions et dans les embarras du bas ventre . L'eau dont les malades font le plus d'usage pour boisson est celle d'une source qui se trouve auprès du Bain-Neuf et qui a 32° de chaleur : elle est un peu douce au toucher . On la dit savonneuse . Cette source pousse du fond et s'élève, dit-on, de plus de 18 pieds . On l'ordonne quand il s'agit de calmer l'irritabilité des nerfs et de faire couler les sables et les graviers et aux gouteux, même pour se baigner quand ils ne sont pas dans les accès . On voit auprès du pont une source qui est à couvert et qu'on appelle Fontaine des Vaches . Elle a 30° de chaleur . On l'emploie particulièrement en lavement ; quelques personnes assurent qu'elle les purge ."*

Avant les découvertes physico-chimiques et des phénomènes radioactifs, certains ont cherché les raisons des bons effets curatifs constatés dans la station thermale .[23]. Nicolas, médecin de la Cour de Lorraine, parle en 1778 d'un fluide électrique présent dans les eaux thermales de Bains [90]; Finiels en 1772 reconnaît un principe éthéré-volatile qui se dissipe par le repos des eaux [46], et Berthemin dès 1615 attribue leur activité à un fluide vital .[86].

Une nouvelle restauration en 1771 voit l'aménagement des thermes en deux piscines distinctes, dans la partie centrale du Bain Romain, sans grand confort .

De 1772 à 1774, une épidémie, genre de typhus ou de peste, s'abat sur la région et décime la population . A deux reprises, le père Jean-Chrysostome Rothiot de Nancy va passer plusieurs mois à soigner quotidiennement les malades à leur domicile, à Bains et Trémonzey . Le fléau est si terrible que dans cette dernière localité, seules 7 ou 8 personnes en sortent indemnes . A Bains, c'est "*cent chefs de famille et plus de soixante jeunes personnes*" qui décèdent .

Les années de la Révolution, après une baisse momentanée de fréquentation et un seul baigneur en 1793, sont marquées par le regain de vogue et d'engouement pour les cures, notamment la fréquentation de la station par des personnalités politiques de l'époque, de courants opposés, qui provoquèrent des remous et une agitation importante plusieurs années de suite . Des graffitis à caractère politique apparaissent sur les murs des bains eux-mêmes . Après le séquestre puis la vente des Thermes par la nation en 1795, pour 85 600 livres, les nouveaux propriétaires de la station engagent des travaux successifs pour satisfaire aux exigences croissantes du public . Sous le Directoire, on compte parmi les baigneurs des personnages officiels comme les directeurs Rewbell et La Reveillère-Lepeaux, accompagnés d'une suite nombreuse et bruyante .

Le docteur Toussaint, inspecteur des eaux minérales à l'époque révolutionnaire, écrit : *"Cette eau entraîne les graviers, prévient les coliques néphrétiques . Elle réussit dans les obstructions du foie, les affections des intestins ; elle adoucit les accès de goutte chronique . Elle rétablit la digestion chez les personnes qui ont l'estomac faible en excitant l'appétit ."*

Les bains sont agrandis et réaménagés vers 1799 grâce à des subventions d'Etat, le seul propriétaire étant le baron Joseph Falatieu, puis à nouveau améliorés grâce à des subventions en 1839 et 1841 . En 1798, le registre note 143 baigneurs , plus de 300 en 1810 . Et la fréquentation ne fait que croître, puisqu'en 1846, le registre note 1164 baigneurs !

Le général Vialatte est devenu propriétaire des thermes en 1844, et fait reconstruire le Bain Romain en 1845 . Il comprend alors 3 piscines mixtes, 7 cabinets avec douche et deux étuves . Et le Bain de la Promenade est lui aussi reconstruit, en 1852 . Ce dernier permet alors des bains à 25°, 27° et 30°C, dans trois bassins ovales distincts pouvant contenir chacun 35 à 40 baigneurs, 21 cabinets avec baignoire et 8 cabinets avec douche . Il faut noter les sondages de 1856 et 1859 qui permirent d'augmenter le débit des sources, et de constater que les sources Tempérée, Féconde et Savonneuse proviennent toutes d'un même réservoir, avec plusieurs émergences .

Les derniers médecins inspecteurs des eaux thermales de Bains, nommés et rétribués par l'Etat pour examiner les curistes à leur arrivée, les admettre ou non, déterminer les indications et les pratiques thermales, sont les docteurs Bailly, père et fils . Ce dernier publie en 1852 son ouvrage qui nous a été très utile pour comprendre le passé thermal de Bains.[8]. Il dresse aussi une liste des indications : rhumatisme, goutte, sciatique, gravelle, paralysies, luxations, fractures, affections de la peau, sont les indications partagées avec d'autres stations, tandis que : affections neurologiques et autrefois rattachées, hystérie, gastralgies, dysménorrhée, chlorose, maladies de la matrice, ménopause, convalescence, sont des indications plus spécifiques de Bains . Il note aussi des effets vasculaires, mais la pathologie vasculaire est alors assez mal connue . Cependant, il se révèle visionnaire en concluant : *"la destination semblable de Bains et de Plombières devait être préjudiciable au premier ; une affection distincte, en lui rendant sa vie propre, doit lui imprimer un nouvel essor "*.

Le 9 janvier 1864, un décret de Napoléon III déclare *"d'intérêt public les sources minérales (...) qui alimentent l'établissement thermal de Bains"*, en citant lesdites sources, au nombre de onze .

Nous disposons à plusieurs époques de descriptions de l'état des sources, de leurs températures, de leurs débits et de leurs utilisations . Nous verrons plus loin ce qu'il en est aujourd'hui .

Signalons, parallèlement à l'activité thermique, l'existence d'un lieu de pèlerinage à la sortie de Bains, avec de nombreux récits de guérison rapportés surtout au cours du XIXème siècle . Depuis très longtemps, au bord de la route qui relie la Bourgogne à la Lorraine, sur l'antique voie de Bains à Epinal, de nombreux pèlerins viennent, ou des voyageurs s'écartent légèrement de la route pour le temps d'une prière, au pied d'un vieux chêne abritant une petite statue de la Vierge . En 1728, Pierre Ménestrey y fait édifier une chapelle, Notre-Dame de la Brosse . L'affluence des étrangers venus en pèlerinage redouble, la statuette passe pour miraculeuse . En 1874, au lendemain de la guerre, le pèlerinage rassemble jusqu'à 15.000 personnes .

Les récits de guérisons concernent des affections diverses, des douleurs névralgiques, dorsalgies, migraines, troubles digestifs spasmodiques, calculs biliaires,... Le lien entre les guérisons vécues comme miraculeuses, et la cure thermale dont bénéficiait un certain nombre des malades de ces récits reste à déterminer, de même que le rôle de l'environnement, surtout sur le psychisme .

Le médecin d'une de ces malades atteinte de douleurs multiples invalidantes lui conseille, vers 1850, les eaux de Bains, *"espérant qu'un nouveau changement d'air, le repos et les eaux minérales pourraient apporter quelque amélioration"*, et le médecin inspecteur des eaux lui ordonne *"des bains de deux heures et des douches sur l'épine dorsale"* : la guérison miraculeuse se produit dix jours plus tard, au retour de la chapelle de N.D. de la Brosse . Un autre récit similaire rapporte la guérison de la jeune fille d'un ancien chirurgien major, paralysée.

Mais la plupart de ces récits rapportent des guérisons instantanées, non corrélées aux cures, comme cette péritonite aiguë d'une habitante de Bains, en 1879, soeur du docteur Grandgury, médecin militaire à Montbéliard .

La guerre de 1870, et la fin du XIXème siècle, voient le déclin de la station . En 1874, un incendie détruit le bain de la Promenade, ancien Bain Casquin, qui n'est reconstruit qu'en 1881 : un hôtel communiquant avec les thermes et un casino viennent compléter la structure, mais ces travaux ne suffisent pas à une reprise durable de l'activité . En 1900, Bains ne reçoit plus que quelques baigneurs, et les deux établissements sont en mauvais état .

Le docteur Auguste Mathieu (1872-1929), crée en 1904 la Société de l'Etablissement thermal, qui devient propriétaire des bains . Tout est rénové de 1909 à 1911, avec également la construction à côté des bains d'un embouteillage modèle . La commune de Bains-les-Bains est érigée en Station hydro-minérale par décret en date du 28 juin 1913 .

Cependant avec la guerre, les établissements restent fermés jusqu'en 1920 . Pendant 25 ans, le docteur Auguste Mathieu est l'animateur de la Station et fait connaître Bains au corps médical . Il fixe les indications thérapeutiques de la station et spécialise l'usage des eaux au traitement des maladies artérielles et des troubles neuro-végétatifs . Il publie de nombreuses observations cliniques, et des cardiologues de la station font de même.

Dans la revue *Paris Médical* de 1925, le professeur Maurice Perrin peut ainsi écrire :

"Les sources de Bains-les-Bains se prêtent au traitement des affections douloureuses au même titre que celles de Plombières et Luxeuil, auxquelles elles s'apparentent, mais aussi et plus spécialement au traitement des maladies des vaisseaux et de l'artériosclérose "[97].

En 1930, son fils Jean Mathieu devient propriétaire et prend la suite des affaires . De nouveaux sondages sont réalisés, la buvette intérieure est aménagée , et un nouvel embouteillage est édifié vers la fin de 1938 . Cependant, l'embouteillage ne sera pas repris après la deuxième guerre mondiale . Le nombre de curistes ne cesse de croître, si on met de côté la période 39-45, avant de se stabiliser dans les années 70 : en 1933, 2100; en 1960, 3000 ; en 1967, 4249 ; en 1978, 4323 .

En 1981, à la mort de Jean Mathieu, son fils le docteur Jean-Paul Mathieu et son épouse Mme le docteur Jacqueline Mathieu-Obadia, dermatologue, prennent la succession : de 1981 à 1986, le jeune couple investit en améliorant les locaux, et pourtant la fréquentation diminue peu à peu . Ils demandent en 1986 l'agrément pour la rhumatologie . Mais le Plan Thermal de 1986 exige alors de nouveaux investissements : le 1er août 1987 la famille et son conseil d'administration vendent les thermes à la Compagnie Française du Thermalisme, plus connue sous le nom de Chaîne Thermale du Soleil, créée et dirigée par Adrien Barthelemy .

Le Plan de Relance du Thermalisme prévoyant sous conditions une subvention d'Etat de 2,75 millions de francs, monsieur Barthelemy s'engage à investir entre 40 et 50 millions . Il faut financer de nouveaux forages pour augmenter le débit concrètement exploitable qui n'est alors que de 12 m3 par heure . Il lui faut aussi faire avancer l'agrément en rhumatologie, et entamer des négociations avec le président du Conseil Général Christian Poncelet pour obtenir une déviation de la route nationale qui passe entre les deux établissements ... Les premières années, le nombre des curistes continue à décroître, jusqu'à 2341 en 1991. L'agrément rhumatologique obtenu, d'abord annuellement, il faut financer le réagencement complet du Bain de la Promenade pour y créer les deux pôles actuels, cardio-vasculaire et rhumatologique . Ce projet, quoique plus coûteux, est préféré à la construction d'un établissement nouveau .

Depuis 1991, la situation s'est renversée de façon spectaculaire : le tableau de l'évolution sur un quart de siècle parle de lui-même .(Figure 1).

Les installations sont réellement modernes et performantes, le niveau d'hygiène remarquable comme nous le verrons, l'accueil irréprochable, pour cette petite station qui possède d'abord les atouts de son "service médical rendu" ; le bouche-à-oreille étend sa réputation, mais surtout une part importante des curistes sont satisfaits et reviennent se soigner chaque année (la fidélisation arrive ainsi à un taux de 75 à 77 p.100) . Le chiffre de l'an 2000 s'explique par la tempête de décembre 99, certains ayant décommandé leur cure en raison des dégâts qu'ils connaissaient chez eux . L'origine géographique des curistes est constituée par une quasi exclusivité de Français, d'abord des régions du nord-est, mais aussi du nord, de la région parisienne, de l'ouest et spécialement de Bretagne, du midi, ainsi que des français d'outre-mer .

La part des curistes venus pour des affections rhumatologiques ne cesse de croître, jusqu'à atteindre et même dépasser ceux des indications initialement reconnues, artérite et autres maladies liées à l'athérome, dont le total reste lui très stable . Un certains nombres d'entre eux peuvent aussi profiter de la double indication, comme nous le voyons sur le tableau suivant .(Figure 2).

N'apparaît pas en revanche l'impact d'une fréquentation en couple ; le plus souvent l'épouse souffre d'arthrose et le mari d'affections liées à l'athérome, et d'abord d'artérite . La double orientation de la station leur permet de partir en cure ensemble . Enfin il est clair que l'appartenance de la station à un vaste service thermal comme la Chaîne Thermale du Soleil, où toutes les indications trouvent leurs lieux de cure, avec une information auprès des patients bien organisée, est pour beaucoup dans le redressement de la station . Depuis quelques années, la Chaîne Thermale s'est dotée de plus d'une équipe de visiteurs-médicaux, à destination des médecins généralistes, le plus souvent ignorants des réalités du thermalisme .

EVOLUTION DU NOMBRE DE CURISTES

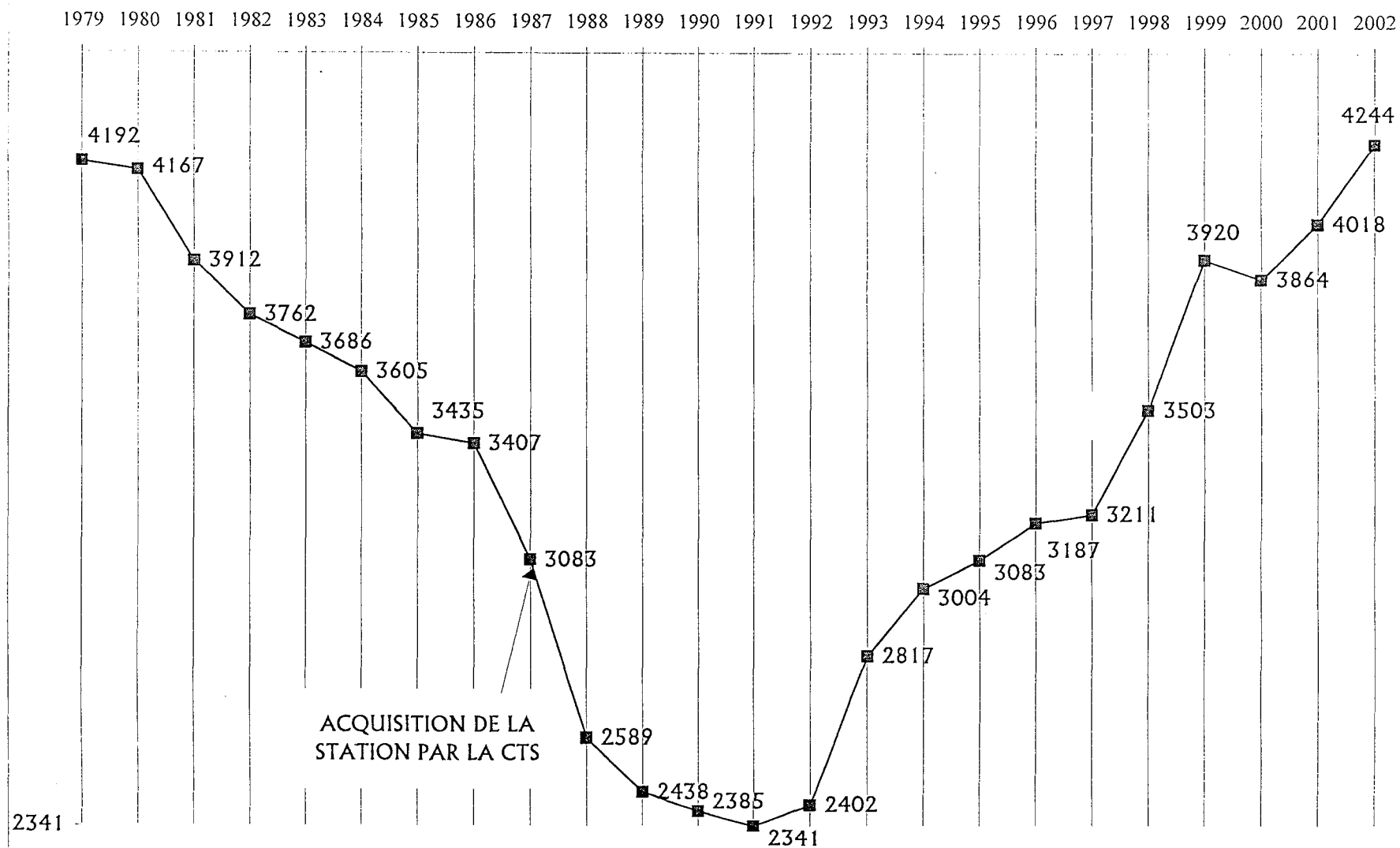


FIGURE 1

THERMES DE BAINS LES BAINS

COMPARATIF REEL 1999 à 2002

	NOMBRE DE CURISTES							
	REEL 1999		REEL 2000		REEL 2001		REEL 2002	
MCA	900	54%	813	51%	753	46%	701	43%
MCA-RH	766	46%	782	49%	893	54%	940	57%
TOTAL MCA	1 666	47%	1 595	46%	1 646	46%	1 641	43%
RH	1 595	84%	1 565	83%	1 614	82%	1 752	79%
RH-MCA	297	16%	331	17%	351	18%	453	21%
TOTAL RH	1 892	53%	1 896	54%	1 965	54%	2 205	57%
TOTAL 21 J	3 558		3 491		3 611		3 846	

FIGURE 2

Deuxième partie :

Etude de l'eau thermique :

physico-chimie, hydrogéologie, répartition dans les thermes, risque bactériologique

1. Etude physico-chimique des eaux de Bains

Les sources principales étaient situées sous le Bain Romain ; étant les plus chaudes, et ayant le débit gazeux le plus important, on pensait que la fracture principale se situait là, et qu'un bras latéral alimentait les sources du Bain de la Promenade . Puis le forage complémentaire de la source Féconde, au Bain de la Promenade, a permis d'obtenir une eau à plus de 51°C .

Quelle que soit leur température, les eaux sont d'une limpidité parfaite et constante, inodores, onctueuses, sans saveur marquée, imputrescibles, sensiblement neutres .

Les analyses anciennes les plus fiables sont le fait de Vauquelin en 1808 sur la source du Robinet de Fer, et Poumarède en 1840 sur les autres sources .

C'est Louis Monal, en 1936, qui nous donne une première idée exhaustive et précise des caractéristiques physico-chimiques des eaux de Bains .[86]. Certaines valeurs sont à corriger en raison des méthodes utilisées à l'époque (pour la silice notamment). Puis nous avons un grand nombre d'analyses réalisées à différentes dates .

- Déterminations physico-chimiques (Monal)

pH neutre, entre 7,1 et 7,3

Résistivité entre 2.200 et 2.600 ohms

Thermalité entre 33 et 51°C

- La composition chimique : elle est résumée sur le tableau page suivante.
(Figure 3).

En milligrammes pour cent, cela donne à la source Féconde 2, celle qui a le résidu sec le plus élevé :

SiO ₂	24,84
CO ₃ H-	25,05
SO ₄ --	22,58
Na ⁺ et K ⁺	16,02
Ca ⁺⁺ et Mg ⁺⁺	6,36
Cl-	5,13
	99,98 %

Nous indiquerons plus loin les résultats, sous forme d'équilibre ionique, d'analyses plus récentes .

FIGURE 3

COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE DES SOURCES

	Artéria	G.Source	Robinet Fer	Romaine	Souterraine C 2	Souterraine C 1	Tempéré	Vache	Savon- neuse	Féconde	Proxénade	Casquin	BB3
Débit m3/H	4 à 5	0,700	0,870	-	0,109	0,690	0,395	0,012	0,857	3	27,2	1	12,1
O°	48°	45°	48°	44°	35,2°	40,1	44,5	38,5	38,5	50,7	27	49	41
Résisti- vité w	2380	2520 2436	2408 2312	2340	2720	2380	2520	2520	-	-	3590	2380	-
Résidu sec	415	381	389	350	386	366	394	-	404	429	296	417	439
SO4- -	100	98	100	99	85	96	97	95	99	119	71	106	126
SiO2- -	110	-	106	117	100	108	-	110	112	121	-	132	89
HC03-	109	104	106	104	100	97	104	97	106	122	85	116	135
Cl-	25,5	23	23	24	23	23	23	23	21	25	17	25	22,5
No2-	I	I	I	I	1	I	I	I	I	I	-	I	0,01
No3- -	< 1	< 1	1	< 1	1	1	<1	<1	<1	<1	-	1	3,5
Uranium µg/l	-	-	5,56 ± 0,5	-	-	-	-	-	-	-	3,46 ± 0,3	-	-
Na +	68	69	69	66	57	63	69	65	68	71	49	72	87
Ca++	25	25	25	26,5	23,5	23,5	25	27	26,5	31	25	29	35
K+	6	6,5	6,5	7	7,5	7	6,5	8,7	6,5	7	5,7	7	8,6
Li++	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	0
Fer	0,1	0,1	< 0,1	0,1	0,3	0,1	0,15	0,4	0,4	0,25	0,2	0,1	0
Mg++	T	1	T	T	1	5	2	T	T	T	I	I	0,7

* I : indosable

* T : traces

- La radioactivité naturelle : connaissances de base

La classification périodique de Mendeleïev, dès 1869, fait apparaître tous les éléments simples de la nature par ordre croissant de taille ; quelques cases restées vides à l'époque furent comblées ensuite avec la découverte des éléments correspondants .

Le plus petit des éléments est l'hydrogène, suivi de l'hélium, et ainsi de suite jusqu'à l'élément le plus lourd qu'est l'uranium naturel .

Le noyau d'hydrogène n'est constitué que d'un proton, c'est-à-dire de la particule de base de la physique nucléaire, auquel on a attribué arbitrairement le poids unitaire, permettant de comparer le poids des autres éléments entre eux . Ce proton possède une charge électrique positive, qui appelle en conséquence un électron, de charge négative, qui gravite à ultra-grande vitesse autour du noyau : le poids de l'électron est négligeable (2000 fois plus léger que le proton) . L'élément hydrogène, neutre et stable, est ainsi constitué d'un proton et d'un électron : l'ensemble constitue l'atome d'hydrogène .

Notons que les propriétés chimiques d'un élément ne dépendent pas de la constitution de son noyau, mais du nombre d'électrons qui gravitent autour, eux-mêmes dépendant du nombre de protons du noyau . La classification périodique des éléments de Mendeleïev se fait donc en fonction du nombre de protons, appelé numéro atomique .

Prenons l'élément suivant : l'hélium . Son noyau contient deux protons, mais leur sont étroitement associés deux particules de poids équivalent sans charge électrique, les neutrons ; le poids du noyau d'hélium est donc de 4 . La neutralité électrique de l'atome est assurée par deux électrons .

Passons directement à l'élément naturel le plus lourd : l'uranium . Son noyau possède 92 protons et 146 neutrons, son poids est donc de 238 ! La taille du noyau d'uranium 238 est telle que sa cohésion est compromise, et une partie des atomes d'uranium se transforment naturellement et spontanément avec émission de rayonnements qui constituent la radioactivité naturelle .

En quoi consiste cette transformation ?

L'atome d'uranium perd une petite partie de son noyau, appelée particule alpha . Ce type de transformation s'appelle une fission nucléaire spontanée, et pour un gramme d'uranium 238 naturel, on observe 20 fissions par heure .[118]. La particule alpha est constituée de deux protons et de deux neutrons ... c'est-à-dire qu'il s'agit d'un noyau d'hélium .

Puisqu'il perd des protons, l'atome d'uranium change de nature et devient un autre élément . Ce que les alchimistes ont tenté de faire pendant des siècles, la nature le fait spontanément !

Le nouvel élément qui apparaît, avec 90 protons, s'appelle le thorium, instable donc radioactif . Nous verrons plus loin toute la chaîne des désintégrations successives .

Pour que le thorium reste électriquement neutre, le rayonnement de particules alpha s'accompagne nécessairement de l'émission des électrons correspondants ; c'est le rayonnement bêta .

De surcroît, si l'on applique un champ magnétique sur une radiation rectiligne (obtenue en mettant l'élément radioactif dans une capsule de plomb percée d'un trou), on dévie les particules alpha chargées positivement dans un sens, et on dévie le rayonnement bêta dans le sens inverse puisqu'il s'agit d'électrons chargés négativement. Or, on observe un troisième rayonnement, qui lui n'est pas dévié par le champ magnétique.

Ce troisième rayonnement est appelé gamma, c'est un rayonnement électromagnétique (comparable aux rayons X), constitué de photons à très haute énergie, émis à grande vitesse : certains corps radioactifs apparaissent d'ailleurs lumineux à l'oeil nu, (Marie Curie observa cette lumière pour la première fois avec le radium).

Les principales unités de mesure sont :

1 curie = quantité de radon en équilibre avec 1 g de radium pur

1 becquerel = 1 désintégration par seconde

1 curie (Ci) = $3,7 \times 10^{10}$ puissance 10 becquerels (Bq)

La dose absorbée lors d'une irradiation par des rayonnements ionisants s'exprime en gray : 1 gray = dose absorbée par 1 Kg de matière recevant de ce rayonnement une énergie de 1 joule de façon uniforme.

Reprendre ces bases est nécessaire avant d'envisager les actions de la radioactivité des eaux thermales sur la santé humaine, éventuellement favorables, mais pouvant être dommageables, d'où certaines précautions à prendre.

Origine de la radioactivité des eaux thermales de Bains-les-Bains

Cette radioactivité vient directement de l'origine profonde des eaux, donc des roches qu'elles ont rencontrées dans le sous-sol.

La roche principale est le granite du socle en dessous de la nappe infra-triasique, elle-même alimentée, nous l'avons vu, par les fissures et les failles qui se prolongent très en profondeur dans le granite.

Deux éléments sont susceptibles d'être retrouvés en profondeur dans le massif granitique : l'uranium et le thorium. L'uranium est un métal lourd que l'on trouve essentiellement dans un cristal appelé pegmatite, roche magmatique à très grands cristaux, souvent associé au granite, et qui peut contenir en grande abondance de l'uranium, du bore et du lithium.[92].

Mais ce ne sont pas l'uranium et le thorium qui sont directement présents dans l'eau (ou en quantité infime) : ce que l'on trouve à l'émergence des sources, c'est d'abord un gaz, le RADON, présent dans les gaz thermaux mais aussi émanant directement pendant encore un certain temps de l'eau thermale, car c'est un gaz légèrement soluble dans l'eau, contrairement à l'uranium ou au radium. Il faut donc considérer tous les éléments des chaînes de transformation atomique, notamment celle du radium 228 qui donne le radon 220, mais surtout celle du radium 226 qui donne le radon 222, le plus sujet aux recherches sur la santé.

En fin des chaînes, après le polonium 218, le polonium 214, le bismuth 214 et le plomb 214, on obtient le plomb 210, qui lui va mettre très longtemps, environ 22 ans, pour aboutir à l'état stable, le plomb 206 non radioactif.

Les mesures effectuées à Bains-les-Bains par Monal donnent les résultats suivants :

Radioactivité des eaux :

Saint-Colomban (actuelle Arteria) = 5,5 nanocuries/l
Grosse Source = 7,2
Casquin = 10,6
Féconde 2 = 13,8

Radioactivité des gaz spontanés secs :

Saint-Colomban = 58
Grosse Source = 45
Casquin = 22,5
Féconde 2 = 70,2

Selon Jurain, cité par le BRGM (38), la teneur en Uranium de la source Arteria est égale à $7,04 \pm 0,7$ microgrammes par litre . D'autres critères sont nécessaires pour analyser dans le détail les caractéristiques de cette radioactivité (activité alpha, activité bêta, autres composantes...) mais ces quelques chiffres permettent déjà d'en avoir un ordre de grandeur .

Cette radioactivité classe Bains-les-Bains parmi les stations thermales possédant les eaux les plus radioactives de France, et un rang important en Europe, le 3ème à l'époque des mesures de Curie et Laborde . (En comparaison les eaux de Royat, avec les mêmes indications, ont une radioactivité de l'ordre de 0,021 nanocuries/l à la source Eugénie : ces dernières sont en revanche très riches en bicarbonates et CO₂ ; CO₂ = 99,5 % des gaz en volume) .

- Le CO₂ est présent dans les eaux de Bains, mais en quantité trop faible pour expliquer le bénéfice de la cure (6,9 mg/l de CO₂ libre) .
- Les éléments majeurs des gaz thermaux sont ceux de l'atmosphère . Par rapport à celle-ci, leur composition renferme encore plus d'azote, de l'oxygène mais en quantité quatre fois moindre, et pratiquement pas de gaz carbonique . Mais sont présents en revanche beaucoup de gaz rares, et d'abord 200 fois plus d'hélium, avec un rapport hélium/argon à 0,11 contre 0,0025 dans l'atmosphère . On y détecte aussi des traces de krypton, de xénon et de néon . Enfin, comme nous l'avons vu, l'élément le plus intéressant pour l'utilisation thérapeutique est le radon . L'analyse des gaz a été faite par Charles Moureu en 1906, cité par Monal [86], et Lepage [73].

2. Orographie

La Vôge (on parlait aussi de Bains-en-Vôge) désigne la façade du Plateau Lorrain sur la dépression de la Saône ; c'est un seuil plutôt qu'une chaîne de montagnes, bien que quelques buttes atteignent près de 600 mètres et que les géographes aient appelé cette région les Monts Faucilles .

Le relief de la région de Bains s'explique par l'action érosive des eaux, mais aussi par la tectonique, constituée ici de dislocations d'origine hercynienne . Elles jouent vraisemblablement un rôle prépondérant dans la montée des eaux thermales .

A 313m d'altitude, Bains-les-Bains se situe dans un vallon qui s'étend d'Est en Ouest, largement ouvert aux rayons du soleil .

Non loin de là, sur les hauteurs de Xertigny, le Côney prend naissance à l'étang du Void de Cône ; celui-ci, situé à la ligne de partage des eaux, s'écoule par le Côney vers la Méditerranée, et de l'autre côté vers la Mer du Nord par la Moselle . Cette ligne de partage des eaux s'effectue dans toute la chaîne dite des Monts Faucilles : d'un côté les affluents de la Moselle, de l'autre les rameaux de la Saône .

Issu de deux sources, le Bagnerot est un ruisseau qui traverse Bains, et qui serpente dans ce vallon secondaire avant la gorge principale du Côney . Le nom même du ruisseau, le Bagnerot (en 1572 Boignerat), vient de *Balneis rivus*, le ruisseau de Bains, tout simplement .

3. Géologie et hydrogéologie

Comme le dit Adolphe Lepape : *" Les venues d'eaux minérales et les bulles gazeuses qui les accompagnent sont des messagères, chargées de nouvelles des régions souterraines inaccessibles et des lointains passés géologiques . En les interrogeant, par l'étude approfondie de leur composition et de leur constitution, de leur structure fine pour ainsi dire, et par la confrontation des multiples données ainsi recueillies, leurs réponses peuvent contribuer à la solution des problèmes les plus divers ".*[73].

Nous sommes dans la région arénacée (ou sableuse) des Vosges, qui sépare les terrains granitiques des terrains calcaires .(Figure 4).

Le granite représente l'ossature de l'ancienne chaîne hercynienne, c'est-à-dire du dernier plissement de l'ère primaire .

La Vôge, c'est le talus, le rebord du noyau granitique et gneissique que constitue le Massif Vosgien du nord-est . Et la Vôge est plaquée d'une couche de grès et de terrains alluvionnaires plus récents .

Le grès se caractérise par ses grains de sable, c'est-à-dire le plus souvent du quartz, réunis par un ciment qui peut être calcaire ou comme ici, siliceux .

Schématiquement, les grès se composent de : grès rouge, puis grès vosgien, puis en surface avant les terres végétales le grès bigarré . En de rares endroits, (plateau de Fontenoy), celui-ci semble être recouvert par un reste de "Muschelkalk marneux", fortement altéré, en bancs minces.

LE GRES BIGARRE

Sa formation remonte au début de l'ère secondaire, à la période triasique : après l'érosion de la chaîne hercynienne, ayant laissé la place à une "pénéplaine", celle-ci connaît alors un effondrement permettant la pénétration de la mer triasique, et le début de la sédimentation de tous les grès, dès la fin de l'ère primaire .

Les différents feuillets du grès bigarré, très minces, correspondant aux différents lits de sable successivement déposés et solidifiés sous les eaux, sont appelés *laves* dans le pays de Bains, et servaient jadis à la couverture des toits . Ce grès bigarré contient des emprunts fossiles de calamites et de fougères : la partie supérieure du grès bigarré est appelée aussi Grès à Voltzia, car il contient des débris fossiles de ce végétal . Le nom de grès bigarré vient de l'alternance des bandes gris clair, jaunes, brunes ou rouges, dûe à l'oxydation plus ou moins importante des sels de fer, qui confèrent aussi leur teinte brun rouille aux débris végétaux .

Autour de Bains, l'épaisseur de cet étage peut atteindre 45 à 50 mètres, auxquels il faut ajouter une quinzaine de mètres de couches intermédiaires ; elles sont constituées par un grès renfermant des petits galets de quartz laiteux, ne dépassant pas 5 cm de diamètre, qui se disloquent en éboulis massifs dans leurs zones d'affleurement, et se terminent en graviers au dessus du grès vosgien .

La porosité du grès à Voltzia est élevée : en moyenne, la roche peut emmagasiner une quantité d'eau comprise entre 10 et 15 % de son volume saturé . Il apparaît donc comme une excellente *"formation magasin"* au point de vue aquifère . [38].

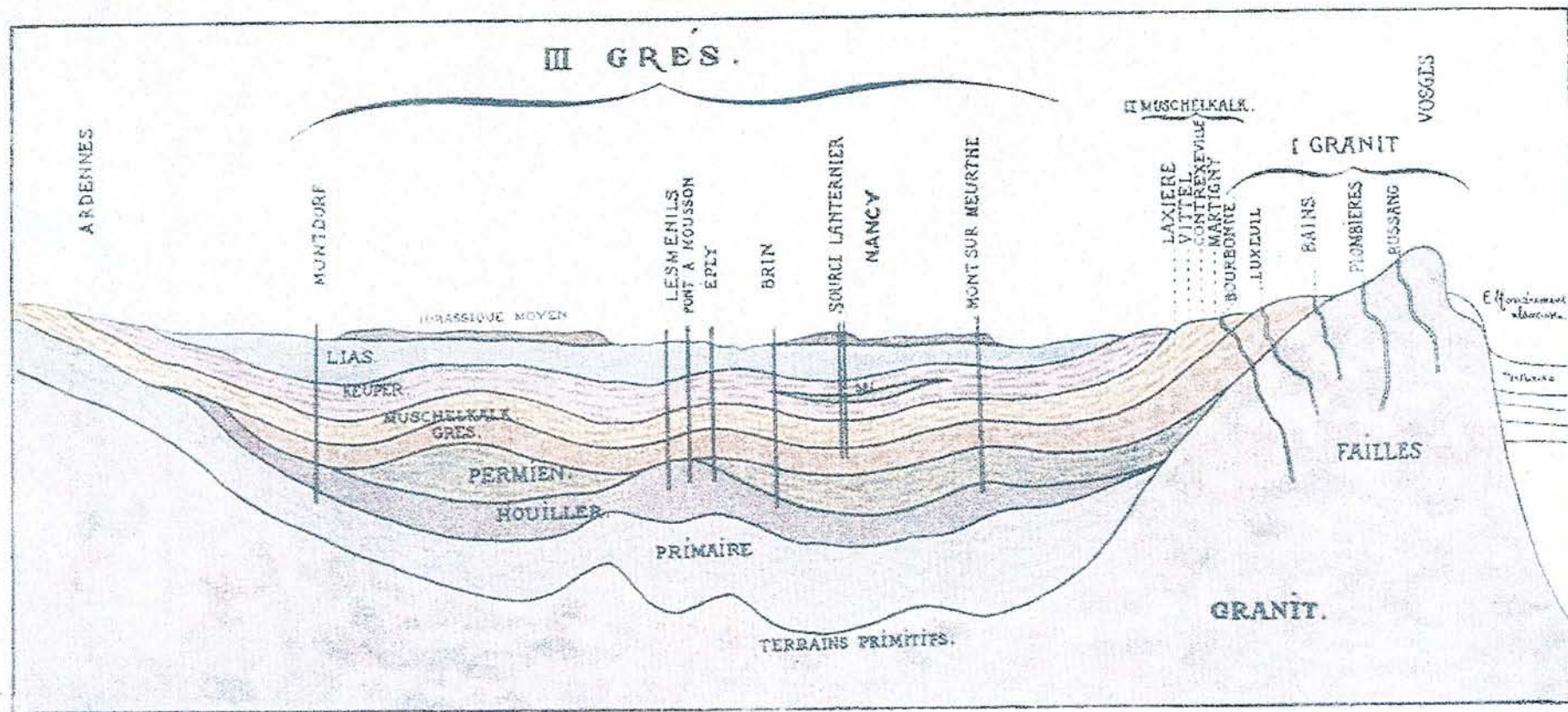


FIGURE 4

LE GRES VOSGIEN

Le grès vosgien, plus profond, a pour particularité essentielle d'être d'épaisseur très variable : quasi-inexistant vers Fontenoy, son épaisseur s'accroît en direction du nord-est . Il peut présenter tous les aspects, du blanc au rouge foncé des infiltrations ferrugineuses, de la pierre compacte de grains de sable fins et serrés aux conglomérats de gros gallets de quartz unis d'un ciment très dur . L'hétérogénéité de ces "poudingues" va jusqu'à des bancs très friables dont la désagrégation libère de véritables nappes de galets, mimant des terrasses alluviales (Bois des Cailloux, Bois de Montroche) .

Enfin, avant le socle granitique, le grès rouge a été décrit par certains, (repris dans le travail de Louis Monal), sous forme d'anagénite, mélange divers uni par un ciment argilo-siliceux verdâtre, ou d'eurite compacte par modification du grès rouge sous l'action plutonique : nous verrons que les travaux plus récents de 1959 ne retrouvent pas d'éléments de cette époque appelée Permien (fin de l'ère primaire) .

Le socle granitique, quant à lui, est constitué de roches cristallines très résistantes à l'usure et aux agents atmosphériques . D'origine magmatique, les granites sont les constituants majeurs de la croûte terrestre, et se composent essentiellement de quartzite (silice cristallisée), de feldspath alcalin (en grande quantité, aluminosilicate de Na, Ca ou K) et de mica (silicate d'Al ou K infusible) . A l'intérieur de ces roches existent des filons d'éléments simples, en quantité variable selon la région .

Jusqu'en 1959, on pensait qu'il existait une faille thermo-minérale traversant Bains-les-Bains, et que les sources chaudes trouvaient leur origine dans la dislocation qui s'est effectuée là . On pensait que la faille de Bains présentait un soubassement fait de granulite, formée de deux lèvres vers la surface ; au nord la granulite, au sud le grès vosgien .

Les terrains des alentours de Bains sont pour l'essentiel constitués de grès bigarré, notamment les collines alentour . Mais à proximité des sources thermales, le torrent du Bagnerot voit son lit formé de blocs de grès vosgien et de roches granitiques, parfois de granulite .

- La granulite est une variété de granite, (silice, mica, feldspath), avec du mica noir (ou biotite), mais caractérisée par la présence concomitante de mica blanc (ou muscovite) . Elle peut prendre une teinte verdâtre par la présence de stéatite . Certaines fissures sont remplies de quartz et d'inclusions de sulfate de baryte .
- Le grès vosgien est rouge foncé ou rose ; grains siliceux, cimentés par du sesquioxyde de fer et par de petits cristaux de quartz qui scintillent au soleil .[86].

Les sources thermales émergent à une vingtaine de mètres seulement du Bagnerot : les nombreux points d'émergence s'espacent le long du cours d'eau sur une longueur d'environ 800 mètres, ayant représenté jusqu'à 600.000 litres par 24 heures . [27].

Les eaux thermales du groupe vosgien, Luxeuil, Bains et Plombières, "trois filles de la même mère" dit le professeur Harvier, étaient qualifiées de granitiques ou primitives . A l'époque et jusqu'en 1959, on pensait qu'elles n'étaient clairement pas des "eaux de retour" provenant d'infiltration, mais des eaux de synthèse qui seraient produites aux profondeurs ignées par une sorte de distillation de la roche primitive et par la condensation des vapeurs . Une autre hypothèse faisait état de réservoirs infratriasiques d'eaux fossiles . Leur minéralisation dépend dans tous les cas des terrains traversés, lors de leur remontée vers la surface selon le principe du thermosyphon .

La dureté des massifs granitiques ne donnant aux roches du sous-sol aucune malléabilité, les grandes dislocations du plissement alpin, d'époque miocène, (ère tertiaire) ont provoqué des failles profondes, qui ont joué un rôle important dans la venue des eaux thermales . Enfin l'histoire a noté le tremblement de terre qui détruisit la ville de Remiremont en 1682 ; une partie des maisons de Bains fut détruite.

D'autres failles de la région donnent d'ailleurs naissance à des eaux thermales non exploitées : notamment au sud aux Forges de la Chaudeau, où une faille coupe le lit de la Semouse, et à l'ouest la fontaine chaude des bois de Gruey .

RAPPORT de 1959

En 1955, la Société de l'Etablissement thermal de Bains sollicite l'octroi d'un périmètre de protection pour les 11 sources déclarées d'intérêt public . L'administration des Mines a besoin alors d'une étude hydrogéologique détaillée, qui est confiée au Bureau de Recherches Géologiques, Géophysiques et Minières (BRGGM) . La campagne d'approfondissement est effectuée en 1958 et 1959 lors de plusieurs séjours de messieurs Desprez et Minoux, experts géologues, qui remettent à plat les hypothèses émises et en éliminent certaines grâce à leurs observations .[38].

Un premier bilan concerne la position exacte des différentes sources, leur permanence dans le temps et leur dénomination . Le tableau suivant (Figure 5) est un résumé du tableau d'équivalence chronologique des sources (donné en annexe 1). Il rend bien compte d'un véritable casse-tête . Déjà en 1933, l'imbroglio des émergences d'Intérêt Public et de leur dénomination conduit à établir un nouveau plan, qui est approuvé par décision ministérielle du 28 juin 1933 . On constate surtout un transfert du nom de Saint-Colomban, de la Savonneuse du bain de la promenade à la Grosse Source du bain romain, avec deux émergences A et A1 ; et l'ancienne Source Souterraine reprend le nom de Grosse Source . L'ancienne Tempérée du bain romain prend ce nom de Souterraine !

Mais en 1937 a lieu un nouveau forage de la Source Féconde (Féconde 2), et un autre forage à l'extérieur sur le trottoir sud de la route nationale est baptisé Nouvelle Source Casquin . (L'ancienne Casquin, ancienne Tempérée de la promenade, est définitivement noyée dans l'infrastructure de la voie publique : à cet emplacement, aujourd'hui encore, on constate en hiver une disparition locale de la neige). Puis en 1939, la nouvelle Saint-Colomban est améliorée et approfondie par un forage de 33 mètres de profondeur, autorisé après la guerre en 1948 sous le nom d'Arteria .

A la recherche de l'origine profonde des eaux .

Sur le plan géologique, deux observations initiales s'imposent au vu des carrières et reliefs principaux . D'abord, il n'existe aucun "pendage" des couches sédimentaires, autrement dit la stratification est subhorizontale, d'allure tectonique très calme ; ensuite, les grès ont été exploités à des altitudes très variées dont les différences ne peuvent s'expliquer que par le jeu de failles ayant occasionné un décalage dans le sens vertical de divers "compartiments" l'un par rapport à l'autre .

Or, secteur par secteur, l'observation du socle cristallin et des cotes relevées à sa partie haute, quand cela est possible, rend compte de surfaces tabulaires ou de dômes très surbaissés, également subhorizontales, dont les reliefs propres ont une amplitude extrêmement faible par rapport à leur extension horizontale .

En notant toutes les cotes où le contact entre le trias inférieur et le socle granitique cristallin peut être identifié, on obtient un classement en plusieurs zones, que délimitent des failles .

HISTORIQUE NOMINALE DES SOURCES

	Selon Baligand 1753	Annuaire 1851-54	Villatte 1857 reconstr.des Bains.	1933	1939	1988
Bain	Grosse Source	Grosse Source	Grosse Source	St Colombar 2 émergences (autor.1948)	Forage 33m Artéria	utilisée en boisson (non stockée) Artéria
	-	Source Romaine découverte 1778	S. Romaine	S.Romaine	S.Romaine	S.Romaine
	-	Souterraine chaude	Souterraine	Grosse Source	G.Source	G. Source
Romain	-	Robinet de Cu	Robinet de Cu	(tarie)	-	-
	Petite Source	Robinet de Fer	Robinet de Fer	Robinet de Fer	Robinet de fer	Robinet de Fer (douche artéritique)
	-	S.Tempérée du Bain Romain	S.Tempérée	S. Souterraine	S. Souterraine	S.Souterraine
Bain	-	-	-	S.de la Vache	S.de la Vache	S. de la Vache
	-	-	-	S.Tempérée	S.Tempérée	S.Tempérée
	Source Intérieure	S.Savonneuse	S. St Colombar	S.Casquin	S.Savonneuse	S.Savonneuse
de la	Source extérieure	S.Tempérée du Bain Promenade	S.Casquin	Noyée sous voie publique	-	-
	-	S.Féconde	abandonnée	-	Forage 1937 S.Féconde	Féconde
	-	S.Tiède de la Promenade	S.de la Promenade sous route	S.Promenade	S.Promenade	non utilisée
Promenade	-	-	-	-	Forage 1937 Casquin	S.Casquin
	-	-	-	-	-	Forage Forêt 1988

FIGURE 5

- A l'ouest de la faille de Hautmougey (plateau de Gruey), en forêt de Gruey, les cotes du socle granitique sont généralement relevées entre 390 et 400,
- entre les failles d'Hautmougey et du Bertramont, qui délimitent le Seuil de Bains-les-Bains, elles sont plus variables entre 270 et 300, (et plus précisément pour les 3 forages de l'établissement entre 273,3 et 289,8 : mais les fragments de carottes provenant de ces forages, postérieurs aux thèses de Monal et d'Arnold, sont partiels, mélangés et non étiquetés, suite à l'occupation militaire pendant la Deuxième Guerre mondiale),
- entre les failles du Bertramont et du Raval, elles sont autour de 350,
- à l'est et au sud-est de la faille Xertigny-Le Clerjus, elles sont entre 450 et 500.

Les surfaces délimitées sont à peu près tabulaires subhorizontales, et les cours d'eau atteignant ces surfaces mettent à jour des affleurements plus ou moins étendus des masses cristallines .

Avant le dépôt des sédiments triasiques, la surface du socle cristallin a été soumise à un premier stade d'altération, érosion longue et intense créant des circulations dans les diaclases du massif ancien . Un second stade d'altération, toujours actuel, est apparu avec le démantèlement post-triasique ; associé aux circulations hydrothermales empruntant en profondeur le réseau des anciennes diaclases, ces transformations expliquent la grande variété des types pétrographiques qu'on peut y trouver .

Malgré le temps d'observation très court et le peu d'analyses pétrographiques et chimiques réalisées en 1958, les résultats de cette étude font état de grandes approximations et d'erreurs notables dans les travaux antérieurs : la feuille géologique de 1892 montre une constance et une extension de la granulite, largement démenties, avec en revanche des altérations de granite franc pouvant prêter à confusion . La même feuille, confirmée par Louis Monal, indique un affleurement de granulite le long de la "faille calorigène" sous l'agglomération même de Bains, en particulier le promontoire de l'Eglise : or cela est faux . Il s'agit de grès à Voltzia, le socle cristallin étant très en profondeur au niveau des différents forages de l'établissement thermal . La nouvelle feuille géologique de 1939 fait même état de gneiss à d'autres endroits d'affleurements, alors que les nouvelles observations notent des échantillons de granite à biotite très classique .

En fait, la nature du socle cristallin ancien est granitique, et il existe une grande parenté de tous les échantillons de ce socle : cependant ces masses cristallines sont inhomogènes, découpées par une infinité de plans de clivage, de diaclases, de filonnets plus ou moins minéralisés qui les divisent en masses polyédriques irrégulières, formations dites "supercrustales" .

Dans ce type de massif, une circulation des eaux recueillies par la surface théoriquement imperméable du granite est possible, par des chenaux très irréguliers, même profondément . Mais prévoir l'étendue et le trajet réels de tels cheminements est impossible par les méthodes de la géologie sédimentaire ...

Le plus important, dès lors, est de définir la structure tectonique de la région, avec les systèmes de fractures majeures et mineures, pour tenter une hypothèse sur la structure profonde des multiples compartiments du "seuil" de Bains-les-Bains .(Figure 6).

Echelle au 1 / 50 000 ème
QUIS STRUCTURAL DE LA REGION
DE BAINS-LES-BAINS

GRUEY

HAUTMOUGEY

fontaines
chaudes

l'est

BAINS-LES-BAINS

le
Bertramont

baïlle du MAGNY

baïlle de

baïlle du BERTRAMONT

baïlle du RAVAL

baïlle de XERTIGNY - Bois du clerc

FONTENOY-
LE-CHATEAU

TREMONZEY

TREMONZEY

le Magny

les Forges
de Thunimont

GREMIFONTAINE

LA-CHAPELLE-
AUX-BOIS

vers
XERTIGNY et EPINAL

LES VOIVRES

GRANITIF
VOSSGES

vers PLOMBIERES-
LES-BAINS

FIGURE 6

Il existe deux cassures majeures, parallèles, de direction "varisque" c'est-à-dire NE-SW :

- la faille de HAUTMOUGEY au nord-ouest,
- la faille de XERTIGNY-Bois du Clerjus au sud-est .

Entre les deux, la zone d'effondrement, où se situent Bains-les-Bains, les Voivres, Hautmougey et Fontenoy-le-Château, a une largeur d'environ 8 kilomètres .

Mais le fond de ce "fossé" se trouve abaissé, du sud-est vers le nord-ouest, en trois ressauts successifs, par deux accidents secondaires encore très importants, toujours grossièrement parallèles aux failles principales :

- la faille du BERTRAMONT,
- la faille du MAGNY ,

ayant toutes les deux un "regard" nord-ouest : le compartiment central, sur les trois ainsi formés, est celui de Bains-les-Bains jusqu'à la vallée du Côney .

Enfin, dans la même orientation, il faut noter un cinquième accident, la faille du RAVAL, qui est une digitation probable de la faille majeure de XERTIGNY, formant un effondrement local entre le Bertramont et la côte du Bois du Clerjus .

Le second système de fractures est de direction "armoricaine", c'est-à-dire NW-SE, et recoupe transversalement le premier réseau :

- la faille des VOIVRES,
- la faille aval de l'Ecluse 28,
- la faille de TREMONZEY, qui se poursuit loin au sud-est et devient un

accident majeur près de Fougerolles . C'est le dernier contrefort du massif granitique des Vosges, comme un coin aigu dirigé vers l'ouest : cette masse cristalline pratiquement imperméable constitue un puissant barrage et une zone de partage des eaux souterraines, qui se dirigent soit au nord soit au sud-ouest . Toute communication souterraine entre Bains et Luxeuil, par exemple, est à exclure .

Le fond du fossé, (ou seuil, ou graben), et notamment son compartiment central où se situe Bains-les-Bains, est ainsi subdivisé comme un escalier qui descend des Vosges vers la Haute-Saône ; les surfaces de base (contact Trias sur granite) s'abaissent progressivement depuis le nord-est (+ 325 aux Forges de Thunimont) jusqu'au sud-ouest (+ 230 au forage de Magny) . C'est plutôt un damier qui est ainsi formé, et que l'on peut numéroté .

Enfin, pour tenter de percer le mystère des conditions de circulation de la nappe aquifère infratriasique, notons que la "marche d'escalier" où se situe Bains présente un très léger mouvement synclinal (convexité tournée vers le bas) de la couverture et probablement du socle, entre l'établissement thermal et le regard de la faille de Trémonzey .

La possibilité de cheminements aquifères privilégiés dépend étroitement de ce réseau de discontinuités, et ces passages doivent pouvoir pénétrer profondément dans le socle du fait de l'inclinaison importante, et en principe concourante, des deux fractures majeures qui déterminent longitudinalement le fossé . En fait, la cassure et l'écartement simultané qui conduisent à l'affaissement longitudinal peuvent déterminer la formation d'un "coin", dont l'arrête inférieure marque la ligne de rencontre des deux fractures parallèles .(Figure 7).

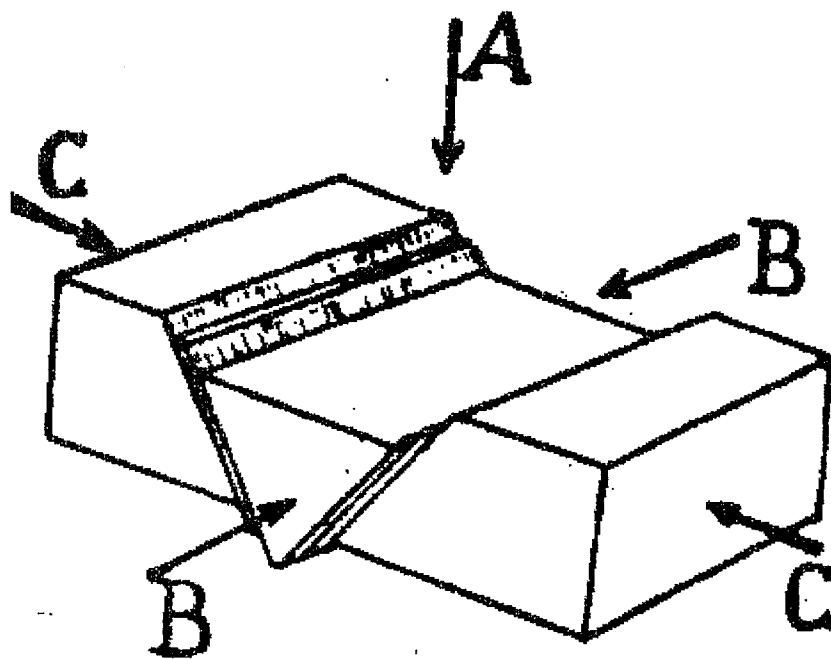


FIGURE 7

Le troisième type essentiel de rupture de l'écorce terrestre
selon J. GOGUEL

Diverses considérations théoriques permettent d'assigner à cette inclinaison une valeur légèrement supérieure à 45° par rapport au plan horizontal, ce qui correspond à l'observation directe possible en certains endroits . Les profondeurs atteintes dépasseraient alors de beaucoup la cote minimum nécessaire pour conférer à des eaux provenant de la surface (à 8 ou 10°C en moyenne), les propriétés thermiques observées aux émergences les plus chaudes de Bains (jusqu'à 53°C) .

Les deux autres fractures qui nous intéressent le plus ici sont celles du Bertramont, qui est inclinée en profondeur vers le nord-ouest , et de l'Ecluse 28, qui est inclinée en profondeur vers le sud-ouest, probablement avec un angle plus proche de la verticale . Le point de concours des deux accidents, délimitant le "compartiment thermal" de Bains, se trouve à un kilomètre environ au nord-est de l'établissement .

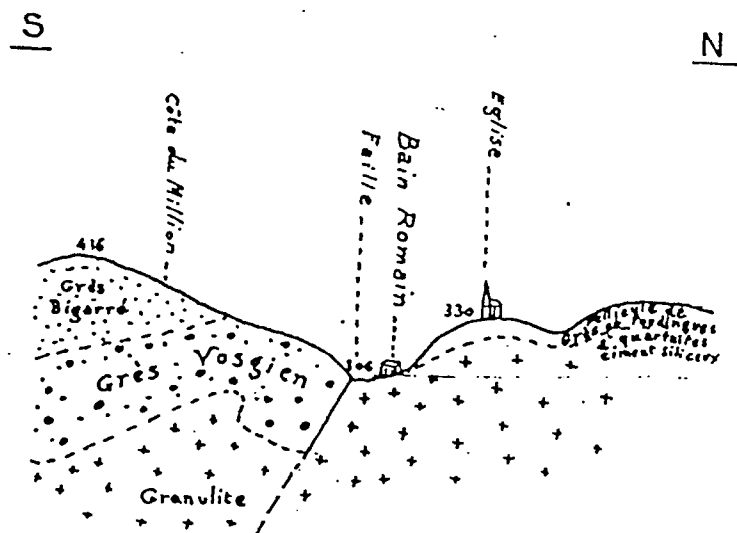
L'interprétation de 1959 est alors résumée sur la figure 8 ; rien ne permet d'étayer la théorie d'une "faille calorigène", non confirmée par les sondages, comme elle apparaît sur le schéma de 1936 . L'épaisseur réelle des grès du Trias inférieur sous la localité même et ses abords est beaucoup plus considérable qu'on ne le croyait : c'est important car ce massif de grès bigarré, entre la faille du Bertramont et la faille transversale de l'Ecluse 28, probablement moins inclinée, constitue le réservoir ou le chenal privilégié pour l'accumulation, la mise en charge et la circulation d'une nappe aquifère, dans cet horizon géologique .

Nous avons vu que le sous-sol était délimité en quadrilatères jusque dans les masses granitiques, très en profondeur, par les accidents majeurs figurés sur la carte, et que les couches du sous-sol sont sub-horizontales . Lors du forage de la source Saint-Colomban de 1939, prenant le nom d'Artéria, on est descendu à 33 mètres sous le Bain Romain, lui-même à la cote de 306m021 , en contrebas de la route . *"La structure de la colonne de captage montre que la partie principale du débit et les eaux les plus chaudes sont recueillies entre 18 et 33m dans la zone de contact du TRIAS inférieur sur le granite ."* Ces chiffres correspondent au Trias inférieur, qui s'étend de 15m de profondeur jusqu'au granite à 33m, sous forme essentiellement de conglomérats de grès vosgien . Par ailleurs, avant 1937, les températures notées pendant près de 200 ans pour cette source (19 relevés des diverses époques) oscillent constamment entre 48°C et 51°C . Mais en 1937, il y a création de ces deux nouveaux forages au Bain de la Promenade (Féconde et Casquin), et brutalement la température de la Source Saint-Colomban du Bain Romain chute à 44°C ! L'un des buts poursuivis par le forage Artéria deux ans plus tard était donc d'obtenir des eaux de fond plus chaudes . Or, une fois le toit du socle granitique atteint, le seul effet est de rétablir à peu près la situation antérieure avec une température mesurée depuis qui se situe constamment entre 48°C et 49,5°C . *"Il semble donc qu'on ait atteint, en ce point, un plafond"* de température .[38]. Une autre constatation est essentielle : si on provoque un abaissement du seuil d'Arteria, le débit des autres sources diminue ! Des constatations du même ordre permettent de les relier à l'existence d'une nappe aquifère certes cloisonnée, mais commune .

Nous pouvons compléter ces données avec la composition des terrains traversés lors des forages de 1988 [72]; le plus intéressant concerne le forage BB3, à 400 m au nord-est de l'établissement, altitude 325m43, car c'est le seul qui ait permis la venue d'eau thermale . Les trois autres forages sont d'ailleurs situés encore plus à l'est, et ont été "secs".(Figure 9).

COUPE GÉOLOGIQUE N-S DE L'AGGLOMÉRATION DE BAINS-LES-BAINS

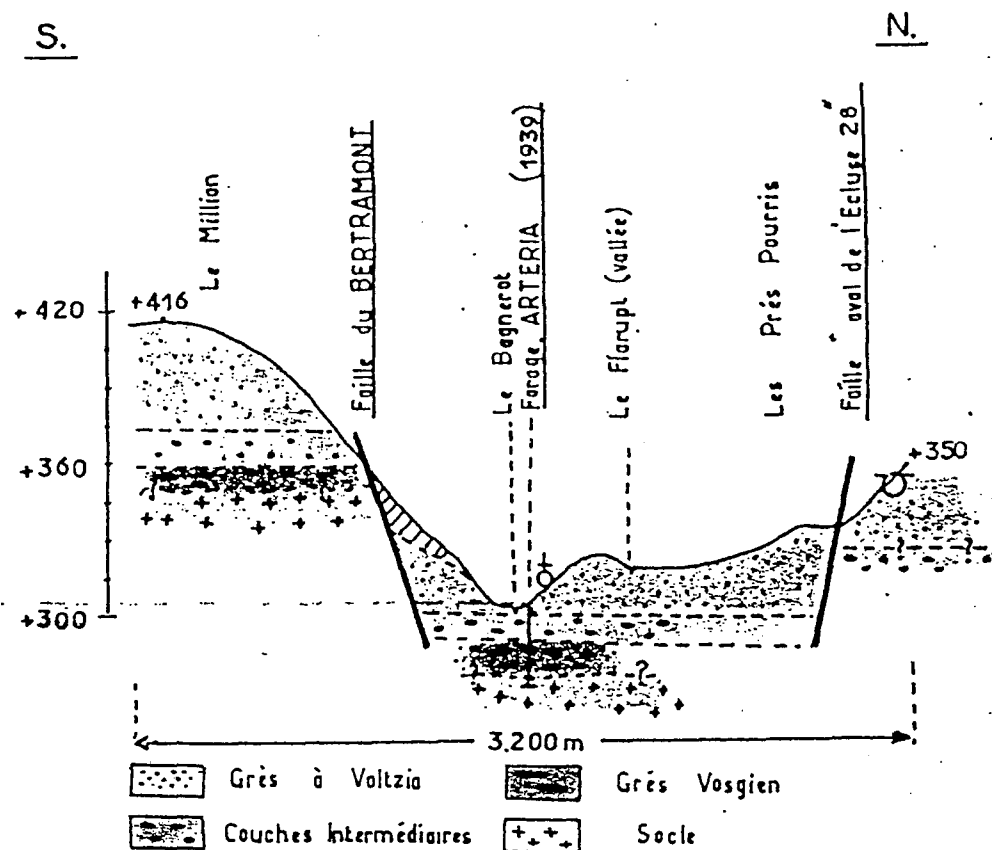
INTERPRÉTATION 1936



Coupe publiée in L. MONAL (Thèse p.30)

La cote réelle de l'église est +318 env. et non +330. De part et d'autre de la faille, l'échelle des hauteurs est donc très différente ($1/3.000^e$ pour la localité - $1/8.000^e$ env. pour la côte du Million). De plus les inégalités de la surface du granite, observables en continuité dans la région sont toujours beaucoup plus réduites qu'il n'est indiqué ici.

INTERPRÉTATION 1959



La topographie a été tracée d'après les indications de la carte moderne en courbes de niveau. L'échelle des hauteurs uniforme ($1/3000^e$) a été alignée sur celle de la partie N. de la coupe ancienne. Il en résulte a) une amplification importante, mais proportionnelle du relief de la côte du Million. b) une réduction de l'inclinaison réelle de la faille majeure.

FIGURE 9

COUPE GEOLOGIQUE DES SONDAGES EN 1988



Grès à Voltzia

Couches intermédiaires

Zone limite Violette

Conglomérat principal

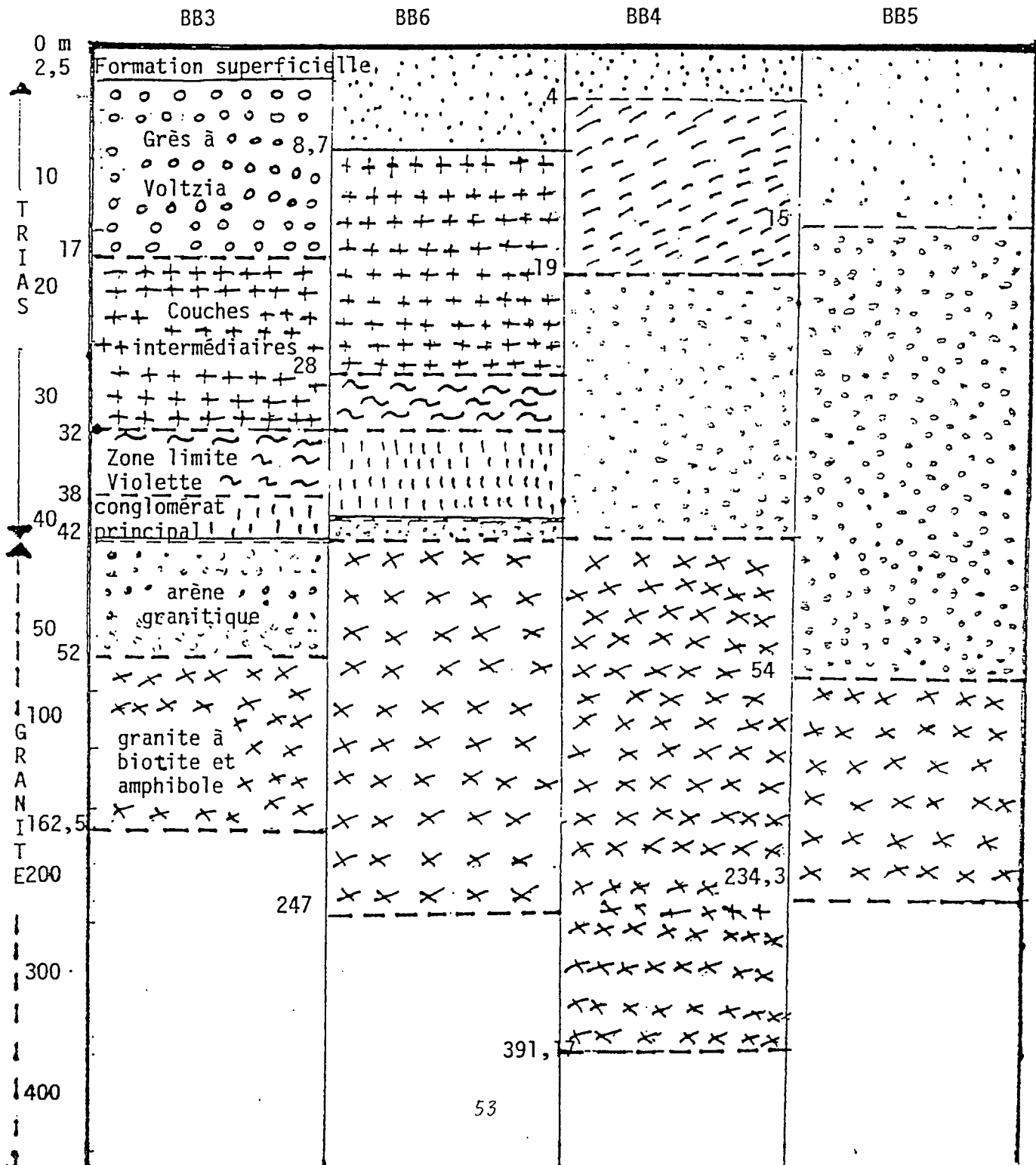


Formation superficielle

Argile, sables, cailloux alluvions du Bagnerot

Arène granitique

Granite à biotite et amphibole



La nappe infra-triasique, constituant ce réservoir à moins de 33 mètres sous l'établissement, est ainsi alimentée par les fissures et les failles du socle granitique ; probablement à partir d'un premier pallier qu'est l'intersection des failles du Bertramont et de l'Ecluse 28, évaluée à cet endroit à une profondeur située entre -600 et -700 mètres sous le niveau de la mer .(Annexe 2 : profil partiel de la coupe géologique).

Selon le schéma de messieurs Desprez et Minoux, qui donnent aux eaux de Bains une origine essentiellement "vadose" (et non "juvénile" par distillation des roches, bien qu'une composante de cette origine ne puisse être totalement exclue : ces sources dites hypogènes sont le fait des régions volcaniques jeunes [88]), les eaux de surface s'infiltrant donc jusqu'à rencontrer des failles dans le massif granitique, dont celle de l'Ecluse 28, qui les acheminent jusqu'à la faille du Bertramont . Là elles retrouvent peut-être des eaux et des gaz d'origine plus souterraine encore . La notion de gradient géothermique nous apprend que la température s'élève de 1 degré centigrade pour 25 à 30 mètres de profondeur . Pour arriver en surface à 50°C, en provenance d'une nappe-relais (alimentée grâce à une remontée des eaux qui même si elle est rapide la refroidit), une profondeur de 1200m ne suffirait pas . Or, l'intersection faille du Bertramont-faille de Hautmougey est évaluée elle en dessous de -2500m sous le niveau de la mer, et l'intersection des deux failles majeures Hautmougey-Xertigny qui encadrent le seuil de Bains est évaluée en dessous de -4000m . Les circulations souterraines d'alimentation depuis la surface sont lentes, plusieurs centaines d'années probablement . [139]. La faille du Bertramont leur offre alors une voie de remontée, et leur accumulation près de la surface se fait dans la nappe-réservoir . Le schéma explicatif théorique du circuit thermal dit "classique" est représenté page suivante (Figure 10); d'après Moret [88]. Il se compose d'une branche descendante froide alimentée d'eaux de surface, et d'une branche ascendante avec une vitesse d'ascention élevée, qui évite la déperdition de la chaleur acquise en profondeur . C'est le principe du thermo-siphon, qui est dû à Louis de Launey . Quatre raisons peuvent se combiner pour expliquer la remontée de l'eau thermale : la pression hydrostatique, la force expansive de la vapeur d'eau, les gaz en suspension, et la capillarité . Ce schéma ne présente pas le cas particulier de Bains, où l'eau thermale alimente une nappe aquifère superficielle .

Cette nappe relais, qui sert de mixer, est fortement cloisonnée dans le sens horizontal mais aussi par endroits dans le sens vertical par des formations argileuses . Les eaux gagnent la surface plus ou moins rapidement à la faveur de discontinuités dans les grès, jusqu'à leurs émergences, expliquant les degrés de chaleur variables selon les sources .

Dans cette nappe assez superficielle, les eaux thermales chaudes d'origine profonde se mélangent probablement avec des eaux d'infiltration plus superficielles au travers des grès . Cette nappe relais située au dessus du socle granitique est ainsi alimentée par les eaux de grande profondeur qui remontent par les failles précitées, et par des eaux infiltrées de surface qui traversent les grès du Trias inférieur par circulation gravitaire . Le bassin alimentaire en est très étendu, avec une aire de réception des eaux pluviales de 15 à 20 km² (plateau des Voivres), mais ces eaux s'éliminent principalement par le Bagnerot et le Cône . La part qui aboutit à la nappe est évaluée à moins de 1/50ème des précipitations recueillies sur le plateau . Enfin la constitution de la nappe est favorisée par la faible remontée du socle granitique vers Trémonzey, formant barrage; c'est ce petit mouvement synclinal déjà signalé qui s'accompagne d'une diminution puis d'une disparition, dans cette direction, des conglomérats de grès vosgien où circule la nappe .

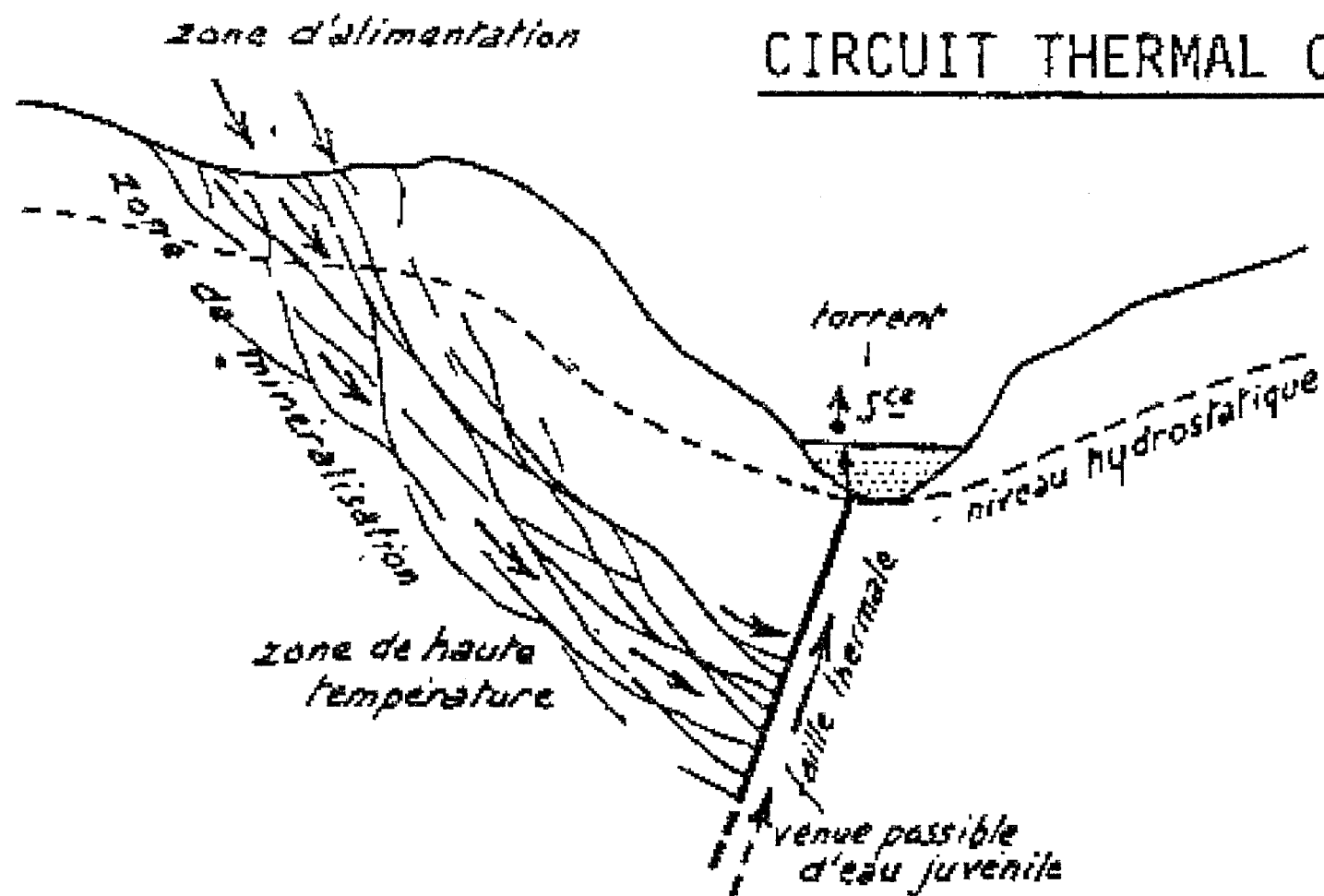


FIGURE 10

Au total, le secteur de Bains est une zone privilégiée, mais très localisée, pour le maintien d'une réserve aquifère dont la puissance et la pression au sol sont, de toutes façon, assez réduites .

Les caractéristiques de l'eau thermale se distinguent donc en partie de celles des eaux de Plombières qui ne traversent pas de terrains triasiques, puisqu'à Plombières le granite apparaît à découvert . Cependant, notons que le forage Féconde 2, (repris du 26 mars au 16 avril 1937 par l'entreprise Guyot), pourtant moins profond qu'Arteria, donne une eau légèrement plus chaude entre 51 et 52°C, plus minéralisée, (SiO₂ à 121 mg/l), et à pression en tête plus élevée : sa teneur en sodium et en silice apparaît même voisine de celle des sources de Plombières . Cette source est probablement la plus directement raccordée aux venues thermales profondes .(Figure 11 : tableau comparatif de quelques eaux thermales) .

Les propriétés chimiques des eaux de Bains concourent aussi à affirmer leur origine profonde . Le résidu sec représente entre 300 et 430 mg/l . On note le taux élevé de silice, en très faible partie ionique et donc essentiellement colloïdale, largement surnuméraire et comme indépendant par rapport au bilan anions-cathions . Or, les eaux pluviales qui entrent en contact avec les grès du Trias, qui constituent la quasi-totalité de la couverture sédimentaire, n'y trouvent pas de substances minérales à dissoudre, du moins en quantité notable ; quant à la silice et aux silicates des grès, leur solubilité est extrêmement faible dans les conditions normales . Les eaux qui alimentent directement la nappe aquifère depuis la surface sont donc d'une grande pureté chimique, plutôt acides (présence de CO₂) . Bien différente sont pourtant les eaux thermales exploitées à Bains ; sulfatées, carbonatées sodiques (accessoirement chlorurées et calciques), et silicatées, avec au total une minéralisation restant faible . Cette caractéristique d'une eau silicatée oligométallique semble due à une circulation sous pression et température élevées d'eaux-mères pauvres en sels minéraux et légèrement acides (comme en fournissent les nappes du Trias inférieur), au contact des roches granitiques . Sans ces conditions de lessivage, qui ne se rencontrent qu'à de grandes profondeurs, l'altération des granites serait insuffisante pour permettre cette minéralisation de l'eau .

Des remarques peuvent être faites au vu du bilan ionique, de la source Féconde 2 par exemple .

Bilan arrondi du contenu ionique en milliéquivalents pour cent :

SO ₄	>	CO ₃ H	>	Cl	=	Na	>	Ca	>	K	>	Mg
22,90		20,05		7,05	=	30,95		15,55		1,80		1,70
				50	=	50						

Bien que le contenu en chlore reste 2,5 à 4 fois supérieur à celui des eaux de sources ordinaires de la région, il est 4 à 5 fois inférieur à ce qu'il devrait être compte tenu du sodium et du potassium présents, si la minéralisation venait de dissolution de sels alcalins . De même, le taux de calcium est 4 fois trop faible pour fournir la quantité de bicarbonate et sulfate de chaux qui correspondrait aux ions CO₃H et SO₄ .

Ajoutés au fort taux de silice colloïdale, ces constatations chimiques confortent la thèse d'une minéralisation acquise profondément dans le massif cristallin .

Par ailleurs, notons que le lithium, oligoélément présent dans l'eau de Bains, est un cation alcalin qu'on ne rencontre jamais dans les eaux banales .

des Sources	T ^{re} eau	Rés.sec 180°	SO ⁴⁼	Cl ⁻	F ⁻	CO ³ H ⁻	SiO ² tot.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Δté tot. calc.
		mg/l	en milli-équivalents par litre									° fr.
<u>in DE BAINS</u>												
RIA	48°6	415	2,083	0,716	0,23 (Monal)	1,786	3,670	1,250	0,08	2,956	0,153	6°6
NDE 2	51°6	429	2,292	0,704		2,000	4,033	1,550	0,08	3,089	0,179	7°9
ENADE	27°8	296	1,48	0,479		1,393	(2,00)	1,250	ind.	2,131	0,146	6°2
aine chaude	24°											
RUEY	25°	415	2,791	0,817		1,311	2,866	1,40	0,375	3,217	0,174	-
<u>in de PLOMBIERES</u>												
		Rés.fixe (Jacquot & Willm)										
JELIN	64°6	366,4	1,98	0,25	0,52	1,65	4,16	0,40	0,08	4,56	0,18	-
S	52°5	274,1	1,34	0,23	0,39	1,48	2,33	0,50	0,08	3,15	0,14	-
NET ROMAIN	69°	318,2	1,96	0,25	0,60	1,61	3,92	0,40	0,06	4,46	0,19	-
<u>in de LUXEUIL</u>												
						CO ³⁼						
O BAIN	52°	1167,3	4,378	13,24	-	2,28	1,714	1,40	0,16	17,44	1,06	-
CINS	40°	628,8	2,151	7,08	-	1,37	1,64+	1,03	0,06	9,78	0,24	-
E	30°5	375,1	1,36	3,89	-	1,15	0,55	0,89	0,18	5,10	0,24	-
<u>in de BOURBONNE</u>												
					Br ⁻							Li ⁺
age N° 1	56°	7189	20,36	96,12	0,65	0,98	2,4	24,23	1,48	88,26	2,23	1,87
age N° 10	65°2	7276	20,56	95,86	0,62	0,79	3,15	23,45	1,20	89,52	2,30	2,10
age N° 13	66°	7218	19,90	96,98	0,65	1,65	2,01	23,82	1,10	89,67	2,59	1,94
<u>in de BOURBON-LANCY</u>												
(ône & Loire)		(180°)										
	56°	1736	1,812	22,02	-	4,72	2,3	4,2	0,25	22,95	1,05	traces
	50°	1724	1,833	22,02	-	4,60	2,3	4,4	0,33	22,39	1,02	traces

4. Approvisionnement actuel en eau thermique, et répartition dans l'établissement

Deux nouveaux approvisionnements ont permis d'assurer le bon fonctionnement des thermes, avec une rénovation complète des systèmes d'acheminement, de stockage et de distribution : la source froide dite du Bout-du-Parc, renommée source Centdix, avec un débit intéressant de 10 m³/h, et dont l'analyse chimique exhaustive a permis d'obtenir l'autorisation d'utilisation par l'établissement thermal, et un forage appelé La Forêt réalisé en 1989, d'une profondeur de 162 mètres, qui répond aux mêmes exigences, avec une autorisation de pompage de 20 m³/h. (Figure 12).[72].

Les analyses complètes de ces deux eaux sont données en annexe 3 .

Le forage La Forêt, situé à 400m au N.E. de l'établissement, à la limite du parc thermal, est donc réalisé en 1989 par le cabinet Guégan d'Aix-en-Provence . Comme nous l'avons vu, le sous-sol est loin d'avoir révélé tous ses secrets ; et c'est grâce aux indications des ingénieurs géologues du BRGM, dans leur rapport A1512 en date du 12 novembre 1963, que l'équipe choisit quatre emplacements, et commence le forage au point repéré BB3 . La joie de trouver de l'eau thermique dès la première tentative est immense ! Cette eau a une température de 39°C . Les trois autres forages effectués ensuite à proximité seront "secs"... Et une nouvelle campagne de forages réalisée en 2002 au Nord-Ouest, à la faille de l'écluse, sera malheureusement infructueuse . L'eau du forage La Forêt remonte librement à 15 mètres sous la surface (niveau statique) . La pompe actuelle est en immersion à 60 mètres, avec un débit toujours volontairement inférieur à 15 m³/h ; au débit autorisé par le service des mines, de 20 m³/h, le niveau de la surface ne descend qu'à 38 m . La sécurité est donc totale .

Les débits cités ci-dessous pour les autres sources sont ceux mesurés en juillet 2002 .

Prenant naissance sous le dallage du Bain Romain, nous avons la Source Romaine à 765 l/h, la Source Tempérée à 250 l/h, la Source de La Vache à 60 l/h, et la Source du Robinet de Fer à 1160 l/h, toutes les quatre non utilisées dans l'établissement actuel, avec un projet de réutilisation dans un avenir non défini à l'établissement du Bain Romain (aujourd'hui fermé), pour des programmes de remise en forme .

Les deux autres sources du Bain Romain, appelées Grosse Source à 1285 l/h et Arteria à 2568 l/h, sont utilisées . Arteria était appelée auparavant source Saint-Colomban, et son débit important vient des forages successifs . L'eau d'Arteria alimente tout d'abord de façon constante une petite sortie en plein air sur le côté du Bain-Romain, en contrebas de la chaussée, qui constitue l'accès libre à l'eau thermique garanti depuis toujours aux habitants de Bains-les-Bains . Mais c'est elle aussi qui alimente exclusivement la Buvette du Bain de la Promenade, et qui permet enfin, par mélange avec l'eau de la Grosse Source, de constituer le Prémélange . Celui-ci est destiné aux piscines de la partie Maladies Cardio-Arérielles dans l'établissement du Bain de la Promenade, où sont dispensés les soins, et il est constitué d'environ 800 l/h d'eau de la Grosse Source et de 6 m³/h d'eau d'Arteria . Le débit de cette dernière a pu être augmenté par pompage .

	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	Cl	SO ₄	SiO ₂	NO ₂	NO ₃	Temp.
Casquin (7.02.59)	29	0	72	7	116	25	106	132	0	1	50°
Féconde	31	0	71	7	122	25	119	121	0	1	52°
BB3 (20.06.88)	35	0,7	87	8,6	135	22,5	126	84	0,01	3,5	41°

Le forage BB3 produit une eau de composition chimique identique aux captages thermaux agréés. La montée de l'eau est située entre 100 et 120 mètres dans les granites à biotite et amphibole de BAINS-LES-BAINS.

Le débit de pompage de BB3 de 12,1 m³/heure n'a pas influencé les autres débits thermaux exploités actuellement sur le site.

En dehors des exceptions précitées, l'établissement fonctionne avec une double circulation d'eau, le circuit chaud et le circuit froid, alimentés par deux bassins de stockage situés en sous-sol .

Le bassin principal de stockage, de 200 m³, alimente le circuit chaud : il contient le Mélange Léopold, à 43°C, alimenté par la Source Féconde à 8 m³/h, 49°C de température, (cette source est artésienne, la pompe est donc en surface, le pompage diminue le débit de la source Casquin toute proche, et le débit reste en deça du débit autorisé de 10 m³/h), et par le forage La Forêt à 8 m³/h, 37°C de température . Notons que c'est à la surface de ce bassin que sont prélevés les gaz thermaux utilisés lors des soins, provenant presque uniquement de la Source Féconde .

Le bassin de stockage de 90 m³ qui alimente le circuit froid est alimenté exclusivement par la Source Centdix à 10 m³/h, 11°C de température . C'est sur le lieu même de l'utilisation que l'on obtient la température voulue grâce à cette double distribution .

1° Lorsqu'on arrive dans le hall de la buvette en provenance des vestiaires, au centre du Bain de la Promenade, le côté droit du bâtiment est utilisé pour le traitement des Maladies Cardio-Arterielles (MCA) . Pour les douches au jet (entre-sol), pratiquées du centre vers la périphérie du corps, les douches pénétrantes et les massages sous l'eau (1er étage), l'eau est à 36°C ; pour les 8 baignoires en entre-sol l'eau est à 38°C ; pour les couloirs de marche du rez-de-chaussée elle est à 34°C, sauf deux couloirs à 32°C destinés au traitement des personnes avec insuffisance veineuse associée . Comme nous l'avons vu, les piscines sont ici alimentées par le Prémélange en provenance du Bain Romain, réchauffé sur place grâce au mélange Léopold pour maintenir l'eau à 38°C . Enfin un circuit indépendant, qui s'alimente directement à la Source Féconde (50°C à l'émergence sous la piscine), permet par pompage dans un ballon de 2 m³ de pratiquer le soin spécifique de la douche artéritique : le jet sous pression que le patient s'applique lui-même est alors entre 48,5°C et 49°C . Ce même circuit alimente plus loin le Pédiluve-Manuluve (pour le traitement de la maladie de Raynaud), avant de rejoindre le bassin du mélange Léopold .

2° Le côté gauche du bâtiment est utilisé pour le traitement des affections Rhumatologiques (RH) : le principe est le même, mais les piscines sont alimentées sur le circuit général (mélange Léopold et Centdix) pour obtenir seulement 36°C de température ; les douches au jet sont pratiquées de la périphérie vers le centre du corps ; il existe des soins autonomes spécifiques pour les patients atteints de Polyarthrite Rhumatoïde appelés Pédi-Manu-Douche, où 90 l. d'eau à 36°C sont utilisés pendant 5 à 8 minutes, avec vidange à la fin de chaque cycle .

Il y a aussi l'utilisation de boues thermales . Celles-ci sont préparées dans un élaborateur des boues de 20 m³ situé en sous-sol, qui contient un malaxeur, à partir de kaolin et d'eau du Mélange Léopold . La boue obtenue a une densité de 1,2 , ce qui procure lors d'un Bain Général une sensation d'apesanteur, mais permet le déplacement dans la piscine.

Pour assurer à la fois une température constante entre 38 et 39°C, le maintien en suspension du kaolin, et une pasteurisation satisfaisante, il existe une circulation permanente des 17 m³ de boue à travers le réservoir et son malaxeur, et un passage pendant 6 secondes à une température de 72°C pouvant être montée à 85°C en cas de nécessité . Le débit de ce passage est de 15 m³ à l'heure . Compte-tenu de la boue emmenée par les curistes et de celle éliminée lors du nettoyage quotidien des installations, il est nécessaire de fabriquer environ tous les deux jours 1 ou 2 m³ de nouvelle boue . Le Bain de boue général est complété par le Pédifoulage, qui est une partie réhaussée de la piscine à 70 cm de profondeur et qui est utilisé pour des exercices de marche, et par deux postes de Manumobilisation .

Il existe enfin les soins par application de cataplasmes . Ceux-ci sont fabriqués avec du kaolin, préparés avec l'eau de la Source Féconde, et enveloppés dans une membrane semi-perméable . Chaque curiste dispose d'un plateau à son nom, et les cataplasmes sont rechargés quotidiennement en eau thermale dans les armoires à cataplasmes, par pulvérisation ruisselante avec vapeur, à partir du Mélange Léopold réchauffé à 60°C par un échangeur .

5. Qualité microbiologique des eaux et niveau d'hygiène de l'établissement

L'application à la démarche thérapeutique thermale du grand principe "*primum non nocere*" conduit à des exigences de qualité des produits thermaux qui se traduisent par une réglementation de plus en plus contraignante . Les gestionnaires de la compagnie Française du Thermalisme, responsables de l'établissement de Bains, ont investi tant dans une démarche de dimension globale à l'entreprise que sur le plan local pour assurer le maximum de sécurité aux patients utilisateurs des installations de Bains .

A chaque poste de soin peut être lié un risque particulier, la pénétration de germes pouvant s'effectuer par voie cutanée, surtout si la peau présente des altérations occasionnelles ou durables (ulcère variqueux ou artériel, possible voie d'infections diverses : staphylococcies et streptococcies pour l'érysipèle par exemple), et aussi par voie aérienne, après aérosolisation de germes à tropisme respiratoire .

Un problème spécifique est actuellement posé par les soins collectifs, pratiqués en piscine, en particulier pour la réalisation d'une kinébalnéothérapie .

La pollution en piscine thermale peut de fait avoir plusieurs origines . La première et la plus évidente est représentée par les curistes eux-mêmes . Viennent ensuite les sols et surfaces, les appareils thermaux, l'atmosphère, avec pour chaque origine des endroits critiques dans l'établissement . Pour finir bien-sûr, l'eau thermale peut être source de contamination, par l'intermédiaire notamment des circuits et canalisations .[72].

Quelles sont les pathologies pouvant, en théorie et en fonction de la qualité de l'hygiène des installations, être contractées en piscine thermale ?

Tout d'abord citons les pathologies liées aux surfaces, et qui sont bien connues des personnes qui fréquentent souvent les piscines de loisirs : mycoses types dermatophytes ou candidas, granulome des piscines, verrues plantaires, Molluscum contagiosum .

Ensuite viennent les pathologies par transmission aérienne, avec le risque particulier lié aux aérobains ou aux vapeurs : légionelloses (maladie des légionnaires, fièvre de Pontiac et de Lochgoilhead); pneumopathies, folliculites, cystites et prostatites à *Pseudomonas aeruginosa* ; autres affections ORL et oculaires .

Enfin quelques pathologies particulières sont toujours à craindre, telles les affections méningées, dont les méningo-encéphalites amibiennes primitives ou chroniques, et les pathologies gastro-intestinales .

C'est tout cela qu'il faut surveiller et maîtriser en permanence pour conserver la pureté originelle des produits thermaux, et pouvoir bénéficier de leurs bienfaits au travers des techniques thermales, sans introduire de iatrogénie .

Les soins individuels sont a priori moins soumis au risque iatrogène, encore que des vapeurs ou aérosols accompagnant bains et douches puissent être porteurs de germes s'étant développés dans des dépôts apparus dans les circuits et canalisations d'eau thermale .

Des problèmes particuliers de surveillance concernent évidemment les boues thermales, leur stérilisation et leur éventuel réemploi .

Des actions spécifiques permettent de lutter contre les risques de contaminations, au niveau des endroits critiques surtout : sols et surfaces, appareils thermaux, piscines, vestiaires, avec un nettoyage accompagné d'une décontamination quotidienne selon des normes strictes, après vidange des piscines bien entendu . Les canalisations elles-mêmes sont javélinées chaque fin de semaine à 100 ppm, depuis le point d'émergence jusqu'aux différentes cabines de soins dans l'établissement .

Rappelons qu'au moment des soins, l'eau ne contient aucun produit désinfectant, détergent ou antibactérien . Sur le plan technique, l'eau est acheminée par un réseau de tuyauterie en PVC alimentaire particulier, résistant à la température et non poreux . En plusieurs points, entre les sources et les bassins de stockage, comme à la sortie de ceux-ci, il existe des solutions de continuité des canalisations pour éviter de propager toute éventuelle contamination le long des parois du réseau .

Les gaz thermaux sont quant à eux captés en surface du bassin de stockage du mélange Léopold, et proviennent de la source Féconde . Chaque jour après les soins, le circuit des gaz est interrompu à un point bas, et reste ouvert jusqu'au lendemain pour permettre l'évacuation de l'eau qui s'y est déposée, évitant toute stagnation d'eau dans le circuit . Le bassin de préparation des boues, qui contient le malaxeur, est immédiatement suivi du circuit continu de pasteurisation par la chaleur .

A la source de chaque approvisionnement en eau thermale, la résistivité qui doit demeurer constante est vérifiée en continu, comme on peut le voir sur les photos suivantes . Toute contamination par des eaux étrangères, par infiltration ou autre, se traduirait immédiatement par une variation de résistivité, correspondant à une modification de la composition ionique de l'eau : ces mesures sont centralisées et surveillées à distance, à la station mais aussi au siège national de la Chaîne Thermale du Soleil .

L'hygiène thermale est assurée au niveau des curistes par la visite médicale, la douche "soins" et les accessoires vestimentaires, avec les vestiaires qui marquent la limite au delà de laquelle les précautions sanitaires sont essentielles au bien de tous .

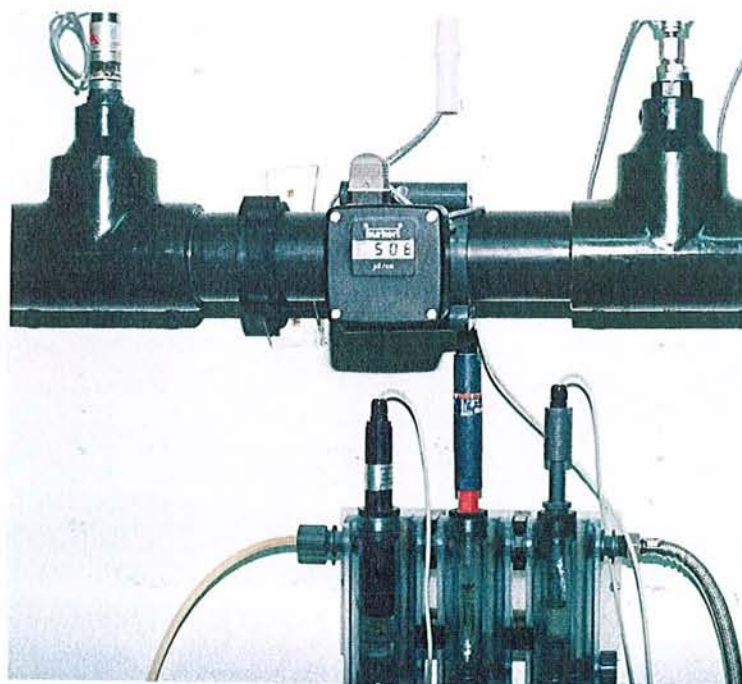
MESURE EN CONTINU DE LA RESISTIVITE DE L' EAU



*Contrôle au niveau du réservoir de la source Féconde
au Bain de la Promenade*



Tête du forage "La Forêt"



*Surveillance en permanence de la résistivité
de l'eau pompée, transmise à la station et
au siège national de la Chaîne Thermale du
Soleil, à Barbotan-les-Thermes .*

Sans être exhaustif, notons quelques particularités essentielles de l'hygiène dans le cadre thermal . La plus importante et celle qui exige la plus grande vigilance est l'interdiction absolue d'adjoindre le moindre produit désinfectant à l'eau thermale lors de son utilisation pendant les soins, et ce pour les douches, les piscines, et pour toutes les autres utilisations interne comme externes . C'est une différence considérable par rapport aux piscines de loisirs ! Et cela oblige à assurer un niveau de sécurité sanitaire de l'enceinte thermale plus élevé que partout ailleurs dans l'environnement quotidien .

Une autre particularité consiste, par voie de conséquence, en une réglementation d'exception, toujours plus exigeante, encore affinée par la circulaire du 19 juin 2000 que nous reproduisons en annexe 4 . Le principe de précaution semble avoir prévalu sur toutes autres considérations, avec l'exigence d'un "risque zéro", concrètement une absence totale de germes à tous les contrôles, dont la fréquence et les lieux de prélèvement augmentent .

A Bains-les-Bains, non seulement les contrôles satisfont à ces exigences, mais la fréquence et le nombre des points de contrôle sont supérieurs à ceux indiqués .

Ce que nous apprennent les infectiologues, c'est que pour déclencher une infection, il faut une Dose Minimale Infectante ; un germe ne suffira jamais à déclencher une infection . Malheureusement et pour l'instant, dans le cas particulier de la légionellose (*Legionella pneumophilla*), cette dose reste inconnue . Ceci d'autant qu'il s'agit de définir non pas tant une concentration dans l'eau qu'une concentration de l'aérosol par lequel le germe pénètre dans les voies respiratoires . Cette concentration a été définie chez le cobaye en 1980, et serait de l'ordre de 50 légionelles par litre, mais ce résultat est impossible à transposer chez l'homme . Et bien qu'il s'agisse d'un germe présent dans l'environnement, il n'a pour le moment jamais été détecté dans les contrôles effectués à Bains-les-Bains . On peut néanmoins s'interroger sur le fait que si la sensibilité des tests continue à s'accroître, il n'est pas impossible qu'un jour un nombre infime de germes puisse être détecté, et que cela entraîne des mesures administratives hors de proportion avec un risque sanitaire pratiquement inexistant .

Des cas de légionelloses dit sporadiques, c'est-à-dire isolés, sont rapportés chaque année à travers toute la France, et font chacun l'objet d'une attention particulière .

A l'heure actuelle, si d'aventure un cas isolé de légionellose est décelé chez un patient dans les semaines qui suivent une cure, une enquête sanitaire est systématiquement ouverte par la DDASS pour éliminer toute responsabilité éventuelle de la station thermale en question .

Les analyses microbiologiques effectuées à Bains-les-Bains se sont toujours révélées conformes à la réglementation en vigueur, c'est-à-dire l'absence totale de germes dans l'eau thermale comme dans les installations .

Troisième partie :

Efficacité et mécanismes d'action d'une cure thermique à Bains-les-Bains :

orientation cardio-artérielle et récente accréditation en rhumatologie .

En guise d'introduction pour cette partie, nous présentons quelques résultats de l'enquête que la CNAM a réalisée de 1987 à 1990 pour l'évaluation générale des cures thermales en France, sur une cohorte de 3000 patients durant 3 ans .[28],[70]. Elle ne portait que sur les troubles urinaires, respiratoires, et ce qui nous intéresse ici, sur les troubles artériels .

Pour les maladies cardio-artérielles, les résultats sont les suivants :

1ère année de cure : Amélioration chez 63 % des curistes contre 18 % des témoins,
Stabilité chez 32 % des curistes contre 59 % des témoins,
Aggravation chez 5 % des curistes contre 23 % des témoins .

2ème année de cure :	Amélioration	58 %	contre 7 %
	Stabilité	36 %	contre 82 %
	Aggravation	6 %	contre 11 %

3ème année de cure :	Amélioration	59 %	contre 4 %
	Stabilité	36 %	contre 81 %
	Aggravation	5 %	contre 15 %

La même étude notait une diminution de la consommation médicamenteuse et du nombre de journées d'hospitalisation dans le groupe des curistes .

Il est bien évident qu'il ne suffit pas d'extrapoler ces résultats directement à Bains-les-Bains, et c'est cette étude que nous allons maintenant aborder . Mais l'enquête de la CNAM montre à quel point tous les acteurs de la santé sont impliqués et intéressés par l'évaluation de la thérapeutique thermique, puisqu'elle peut influencer sur la consommation en médicaments, sur les hospitalisations, et bien-sûr en premier lieu sur la bonne santé des patients telle que définie par l'OMS .

Comme l'explique le Professeur Michel Boulangé, dans le cours du XXème siècle surtout, *"le développement de la chimie médicamenteuse et le perfectionnement audacieux de multiples techniques chirurgicales ont relégué au second rang, voire parfois éradiqué de la palette thérapeutique, la démarche thermique . Ceci est particulièrement le cas des pays anglo-saxons où la foi absolue dans les progrès de la science et dans ses développements industriels ont fait abandonner toute prescription dont l'explication exhaustive des mécanismes d'action n'aurait pas été obtenue . Et c'est pourquoi aujourd'hui le thermalisme procède à des recherches aussi bien épidémiologiques qu'explicatives, afin de situer sa juste place parmi les traitements multiples et efficaces auxquels le patient du troisième millénaire pourra prétendre ."*[15]. C'est ce tour d'horizon que nous allons tenter de faire, pour mettre en lumière les bénéfices attendus de la cure thermique à Bains-les-Bains, évaluer son efficacité, et expliquer ses modes d'action .

1. Principaux effets de la cure à Bains-les-Bains, correspondant à ses indications

Par types de soins, on peut distinguer, tels qu'ils sont revendiqués dans le manuel médical remis au curiste,[137], les effets ;

- de la cure de boisson : augmentation très nette de la diurèse et baisse du tonus constricteur des artères .
- du bain en eau courante : antalgique sur les douleurs articulaires, décontractant au niveau musculaire, anti-inflammatoire .
- des bains avec insufflation de gaz : l'imprégnation générale de l'organisme par les principes actifs thermaux favorise la dilatation artérielle périphérique et les échanges percutanés .
- de la douche générale au jet : puissant stimulant en médecine thermale, effet tonique circulatoire, alternant avec un phénomène de détente nerveuse .
- de la douche pénétrante : elle utilise la vitesse de l'eau pour stimuler la pénétration des éléments thermaux . Par alternance, sur le même point du corps, elle exerce une action tantôt superficielle et sédative, tantôt réflexe plus profonde et tonique .
- de la douche artéritique : dilatation des artères sous les sténoses artérielles, avec chute de la pression distale qui favorise le développement de la circulation collatérale, elle est bénéfique également dans les acrosyndromes, et elle est sédative et antalgique sur les douleurs articulaires .
- des douches sous immersion en piscine, surtout avec forte pression : hydromassage puissant et profond, avec action pénétrante et soutenue, entraînant décontraction musculaire et drainage tissulaire, particulièrement intéressant en cas d'insuffisance veinolymphatique associée .
- des manudouches (éventuellement suivies de manumobilisation en bain de boue), et des pédidouches (éventuellement suivies de pédifoulage) : dans les lésions arthrosiques ou traumatiques des extrémités, sédation de la douleur, drainage des oedèmes durable dans le temps, amélioration de la circulation distale et de la souplesse des téguments, et récupération des amplitudes articulaires . Par ailleurs, l'alternance provoquée de vasoconstriction et vasodilatation lève les spasmes des vaisseaux périphériques et constitue un traitement d'avenir des syndromes de Raynaud, des acrosyndromes et en général de nombreux troubles vasculaires périphériques (artériopathies distales, métaboliques,...) .
- des massages sous l'eau : l'association des bienfaits de l'eau thermale et du massage optimise les résultats, avec sensation de bien-être général et réelle relaxation musculaire .
- des piscines de mobilisation : facilitation des mouvements grâce à l'immersion, et en conséquence diminution constatée de l'ankylose articulaire et des contractures ; c'est la kinébalnéothérapie dans l'eau thermale, aux résultats cliniques particulièrement intéressants dans les diverses localisations de l'arthrose, mais aussi dans les séquelles traumatiques ostéo-articulaires .
- des couloirs de marche : grâce à l'action fondamentale de la marche, indispensable à l'artéritique, associée à l'effet des eaux . C'est un pas vers la réadaptation artérielle et cardiaque à l'effort, qui renforce le bénéfice de la cure . Il est particulièrement efficace dans le cas d'une pathologie veineuse surajoutée, avec amélioration du retour veineux et réduction des oedèmes, dont on connaît aujourd'hui le rôle néfaste dans l'évolution de la maladie .

Les mécanismes d'action supposés des gestes et techniques d'utilisation des produits thermaux à Bains peuvent ainsi relever des processus suivants :

- action antispasmodique
- action hypotensive
- action antalgique
- action diurétique
- action vasodilatatrice
- action antiscéléreuse

Ajoutons une action probable sur la minéralisation osseuse .

N.B.: d'autres effets ont été rapportés, sur des indications non agréées à Bains, notamment dans les affections gastro-entérologiques, métaboliques et psychiatriques . La France est du reste le seul pays où les stations sont agréées pour des groupes de pathologies particuliers : peut-être vaudrait-il mieux parler d'orientations privilégiées, dans l'attente d'une connaissance plus approfondie de l'étendue réelle des propriétés des différentes eaux thermales .

2. Principales études sur l'efficacité et les mécanismes d'action des cures de Bains

Nous allons considérer les travaux par ordre d'ancienneté, de façon non exhaustive mais tels qu'ils sont exposés entre autres dans certaines thèses de nos prédécesseurs .

Citons en introduction les trois actions physiologiques déjà constatées par les docteurs Auguste Mathieu et Vital Lassance, et qui ont conduit à la spécialisation cardio-artérielle de la station : action antispasmodique sur l'appareil vaso-moteur, grâce à un équilibre retrouvé du système neuro-végétatif, particulièrement bénéfique dans l'hypertension ; action antalgique (rapportée à la thermalité et à la radioactivité des eaux), avec pour domaine de prédilection les douleurs d'origine cardio-artérielles; action antisccléreuse enfin, préventive mais aussi curative, grâce à la présence de silice, la faible teneur en calcium, et l'action diurétique .[83].

Nous évoquerons successivement les travaux réalisés ou rassemblés par Arnold (1925), Holvec (1940), Lambert (1954), Maruejol et Piton plus récemment, et enfin Constant en 1990 .

2.1 D'après Arnold en 1925,[6], l'action physiologique propre des cures repose sur trois facteurs caractéristiques de l'eau de Bains-les-Bains : sa thermalité ou température, sa composition chimique, et sa radioactivité . Il insiste sur les deux modes d'utilisation principaux : et nous citerons, lors de l'exposé du résumé de ce travail, les interprétations physiopathologiques qui y sont avancées . Il n'est pas inintéressant, trois quarts de siècle plus tard, de s'attarder sur ces réflexions, exprimées peu de temps après la découverte de la radioactivité et de ses actions physiologiques et thérapeutiques espérées .

1° Le Bain et les applications externes dérivées .

Cela entraîne une vasodilatation périphérique, non compensée par une vasoconstriction viscérale comme lors d'un bain chaud avec une eau ordinaire : au contraire, il existe une vasodilatation profonde associée, dont une vasodilatation active des vaisseaux rénaux avec augmentation de la diurèse . Cette vasodilatation profonde serait due à la radioactivité, selon le professeur M. Perrin cité par l'auteur, car celle-ci entraînerait une excitation nerveuse périphérique, stimulation du nerf pneumogastrique par le centre bulbaire, suppression des spasmes vasculaires, et donc une diminution des résistances périphériques . Les tensions artérielles systolique et diastolique diminuent en moyenne de 1/2 à 1 cm de Hg au cours du bain . Après plusieurs bains, l'effet hypotenseur se prolonge, et la tension artérielle descend encore légèrement d'un bain à l'autre . La fréquence cardiaque se stabilise, avec un rythme normal, et l'amplitude des oscillations diminue : on observe contre toute attente, non une accélération du rythme cardiaque, mais un ralentissement appréciable de 4 à 5 pulsations par minute, dû au reflexe cardio-modérateur vagotonique . L'examen cardiaque permet chez certains patients insuffisants cardiaques de constater une réduction des dimensions du coeur, et un déplacement de la pointe du coeur vers la ligne médiane . La radioactivité pourrait agir grâce à sa pénétration transcutanée, (montrée par Gudzent et Neumann d'après l'auteur), et aussi sa pénétration pulmonaire .

Enfin, thermalité et radioactivité ont une action sédative, analgésique, et même hypnotique . La cuisson et le prurit de certaines dermatoses diminuent sous l'action du bain radioactif, et une action anesthésiante est constatée dans les rhumatismes chroniques . Chez les neurasthéniques, on constate un effet sédatif, avec retour du sommeil et détente générale . Furstenberger signale une influence favorable sur le sommeil et l'atténuation des douleurs . Kemen observe que la sensation de bien-être obtenue par les bains radioactifs n'est pas constatée de la même façon avec des bains chauds ordinaires . Enfin depuis longtemps on vient calmer les spasmes gastriques, intestinaux et utérins par les eaux ayant des propriétés radioactives similaires à celles de Bains, comme Plombières et Luxeuil, suggérant une possible action antispasmodique de la radioactivité ainsi administrée .

2° La Boisson .

Chez le sujet sain, l'ingestion d'eau de Bains-les-Bains est rapidement suivie d'une polyurie, c'est-à-dire par l'émission d'une urine de faible densité, en quantité supérieure à celle de l'eau absorbée . Cette polyurie de cure cesse dans les deux heures qui suivent l'absorption . Chez les malades, la polyurie se manifeste plus tard ; c'est l'opsiurie de Gilbert . Après une cure de boisson d'une huitaine de jours, on voit baisser la tension artérielle . Donc on observe d'abord l'augmentation de l'élimination urinaire de l'eau et de l'élimination des matières solides des urines, puis une baisse de la tension artérielle chez les hypertendus .

La faible minéralisation de l'eau explique son absorption rapide tant gastrique qu'intestinale, avec une amélioration du fonctionnement gastrique chez les dyspeptiques et une excitation remarquable de l'appétit . Les expériences de Mousseaux montrent que l'eau faiblement minéralisée quitte l'estomac en 4 à 5 minutes après l'ingestion : la durée de la traversée peut même être abrégée après quelques jours de cure .

La perte de poids assez souvent observée s'expliquerait par le meilleur drainage de l'organisme, avec une élimination notamment uréique et chlorurée augmentées . Les débâcles uratiques intermittentes entraînent une diminution du rapport acide urique / urée, avec une augmentation du rapport azote de l'urée / azote total, prouvant une meilleure transformation de l'azote total en urée . En réalité, l'élimination de l'acide urique augmente en première partie de cure pour diminuer ensuite, du fait de l'élimination de l'urate de soude déposé dans les tissus et les canalicules du rein au début, suivie d'un meilleur échange organique avec oxydation plus complète, du fait d'une nutrition plus active (d'après Landouzy) . Ce ne serait donc pas un simple lavage, mais aussi le résultat d'un meilleur fonctionnement cellulaire .

Par ailleurs, l'action hypotensive de l'eau de Bains-les-Bains est due en partie à la présence des ions Si du silicate de soude : le professeur Gouget montre que l'athérome expérimental du lapin, produit par des injections d'adrénaline en série, ne se constate plus si l'on traite préventivement le lapin par des injections de silicate de soude (Presse médicale, 6 décembre 1911) . Decène Olivier, Bodin, et surtout le professeur Sartory et Scheffer (Presse médicale, 10 novembre 1920) ont démontré que l'acide silicique est un agent de destruction des carbonates : des séries d'injections de silicate de soude en intraveineux chez des sujets "à anémie silicieuse" permettent de faire baisser la tension artérielle, et de normaliser la viscosité sanguine . La teneur élevée en silicate de soude de l'eau de Bains-les-Bains permettrait ainsi d'expliquer la baisse de la tension artérielle et l'action préventive à la formation de chaux dans les tissus vasculaires . La silice en excès dans l'eau thermale est présente aussi sous forme colloïdale .

Enfin, selon le docteur Paul Blum, l'expérimentation a établi que la radioactivité avait une action stimulante sur : l'hématopoïèse par excitation de la moelle osseuse et de la rate, avec augmentation du nombre et de la valeur globulaire des hématies, sur les échanges respiratoires avec une augmentation de la consommation d'oxygène jusqu'à 30 %, sur la nutrition générale avec élimination accrue d'urée et d'acide urique, sur les sécrétions internes, et sur le système nerveux . [13]. Il rapporte aussi les expériences du hollandais Zwaarmaker ; un cœur de grenouille isolé bat dans un liquide de Ringer dépourvu de potassium : les battements mollissent, puis cessent . Si, suffisamment à temps, on introduit une trace de corps radioactif, les pulsations reprennent avec énergie ; le même résultat est obtenu en faisant agir les rayons de Radium, comme lorsqu'on ajoute une petite dose de potassium . *"La cellule touchée ou même traversée par des radiations discrètes ou atténuées est excitée dans toutes ses fonctions"*. [13].

L'action analgésique est soulignée chez un certain nombre d'auteurs, dont Bickel : *"Les effets thérapeutiques que nous pouvons obtenir avec des petites doses d'émanations radifères sont essentiellement analgésiques"* .

Le docteur Arnold conclut sa thèse, en 1925, en insistant sur les indications thérapeutiques de la cure à Bains-les-Bains : l'hypertension artérielle et ses conséquences, artériosclérose, aortite, athérome à tous les niveaux, angine de poitrine, l'arthritisme (terme désignant une association d'affections notamment métaboliques), et les rhumatismes chroniques . Les contre-indications sont l'asystolie, l'urémie, et les anévrysmes .

2.2 En 1940, le docteur Holvec fait le point sur les connaissances acquises [63]: il expose notamment les travaux des professeurs Daniel Santenoise et Louis Merklen .

Ceux-ci ont étudié l'action de l'eau de Bains-les-Bains sur le système nerveux végétatif . Plus précisément, ils se sont intéressés au réflexe solaire : sa stimulation au niveau du creux épigastrique entraîne une vasodilatation abdominale et une vasoconstriction des artères périphériques, et rend compte du tonus sympathique . L'intensité du réflexe solaire peut se mesurer sur une courbe oscillographique, car il entraîne une diminution considérable de l'amplitude des oscillations artérielles . Ils mènent leurs expériences chez le chien, en étudiant comparativement l'action de l'eau thermale et celle de l'eau distillée, puis de l'eau thermale bouillie ou vieillie, puis l'action de l'eau thermale avant ou après injection expérimentale d'adrénaline . Les résultats sont les suivants :

1° *"L'administration (...) d'eau de Saint-Colomban fraîchement tirée, est suivie plus ou moins rapidement d'une diminution, d'une disparition, et parfois même d'une inversion du réflexe solaire ."*

2° *"Si, dans les mêmes conditions, on administre (...) de l'eau distillée préalablement portée à la même température, on n'observe pas de diminution de l'excitabilité sympathique : le réflexe solaire paraît même quelquefois plutôt augmenté ."*

3° *"L'eau de Saint-Colomban préalablement soumise à une ébullition prolongée, puis refroidie à la température du griffon, s'est montrée beaucoup moins efficace sur l'excitabilité sympathique que l'eau fraîchement tirée et immédiatement ingérée ."*

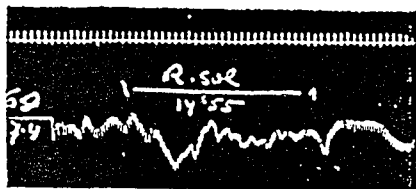
4° *" Avec une eau dont la mise en bouteilles ne remonte qu'à quelques jours, on obtient une diminution encore appréciable du réflexe solaire . Mais au bout d'un temps plus long, l'administration d'eau de Saint-Colomban vieillie ne provoque plus d'atténuation du réflexe solaire ; au contraire, elle semble même, comme l'eau distillée d'ailleurs, susceptible de l'augmenter . Ceci souligne une fois de plus tout l'intérêt des cures effectuées au griffon même des eaux minérales ."*

5° *"L'administration per os d'eau de Saint-Colomban fraîchement tirée, consécutive à une injection sous-cutanée ou intra-veineuse d'adrénaline, paraît diminuer très rapidement l'hyperexcitabilité sympathique déclenchée par l'adrénaline . Inversement, en pratiquant l'injection d'adrénaline après administration préalable d'eau de Saint-Colomban fraîchement tirée, on note que l'augmentation de l'excitabilité sympathique provoquée par l'hormone est d'ordinaire bien moins marquée que chez des animaux témoins ."*(Figure 13).

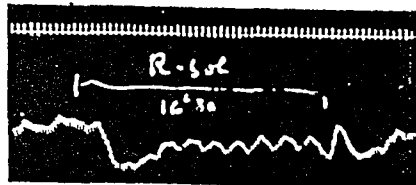
Suivent des recherches chez l'homme sur toute une série de malades, soumis de façon régulière à la cure par ingestion d'eau de Saint-Colomban . Dès le premier jour de cure, on note l'atténuation du réflexe solaire après ingestion de l'eau ; dans les derniers jours de la cure, le réflexe solaire est complètement aboli, même si on le recherche le matin à jeun, avant toute ingestion et avant toute pratique hydrothérapique bain ou douche . L'eau de Bains-les-Bains (source Saint-Colomban, appelée aujourd'hui Arteria), exerce ainsi une action sédative remarquable sur l'excitabilité réflexe sympathique, par l'activité pharmacodynamique de l'eau thermale fraîchement tirée .[115].

EXPÉRIMENTATION SUR LE CHIEN

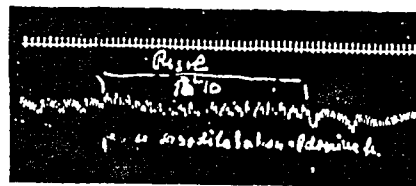
Étude du réflexe solaire



Chien chloralósé :
Réflexe solaire *fortement positif* avant l'administration d'eau de Bains-les-Bains (Source St-Colomban).

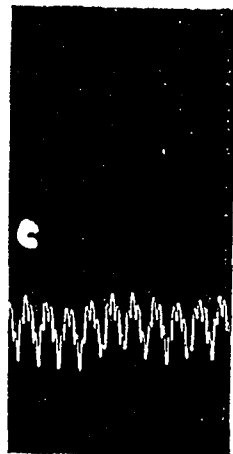
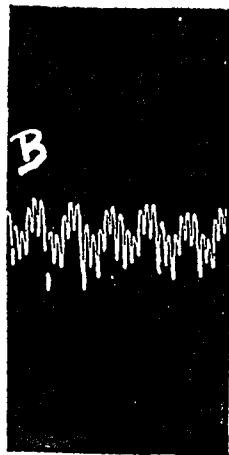
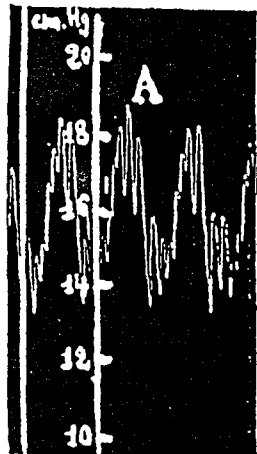


Chien chloralósé :
Réflexe solaire *fortement positif* une heure $\frac{1}{4}$ après l'administration, par sonde œsophagienne, de 120 grammes d'eau distillée à 40°.



Même chien :
Réflexe solaire *aboli* une heure après l'administration, par sonde œsophagienne, de 120 grammes d'eau de Bains-les-Bains fraîchement tirée (Source St-Colomban).

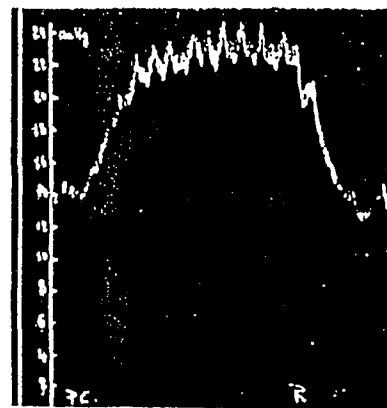
Étude de la Tension artérielle



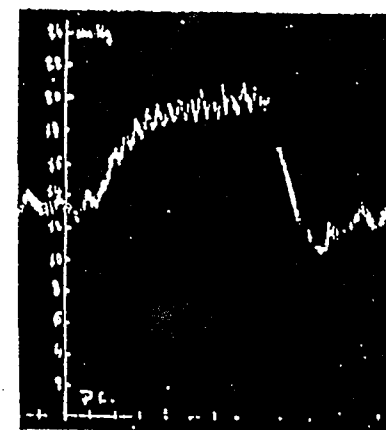
CHIEN CHLORALOSÉ HYPERTENDU

A. — Pression artérielle avant ingestion.
B. — Quarante-cinq minutes après ingestion de l'eau de Saint-Colomban.
C. — Une heure et demie après ingestion. Chute lente et progressive de la pression.

Étude du Tonus vaso-constricteur



CHIEN CHLORALOSÉ X SECTIONNÉS.
Effets hypertenseur de l'occlusion des carotides primitives avant ingestion d'eau de Bains-les-Bains. Tonus vaso-constricteur très marqué.

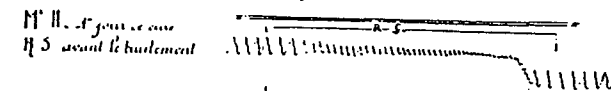


MÊME ANIMAL.
Effet hypertenseur de l'occlusion des carotides primitives une heure et demie après ingestion de l'eau de Saint-Colomban. Diminution nette du tonus vaso-constricteur.

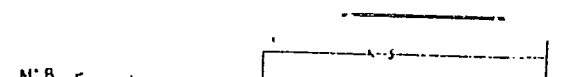
FIGURE 13

EXPÉRIMENTATION SUR L'HOMME

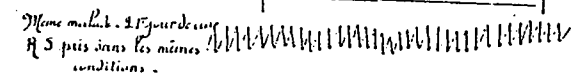
Étude du Réflexe Solaire pendant la cure de Bains-les-Bains



M. B. 5 jour de cure
15 avant le traitement



M. B. 5 jour de cure
15 avant ingestion d'eau de Bains-les-Bains et de l'eau de Saint-Colomban



Même malade. 15 jour de cure
15 puis dans les mêmes conditions

Réflexe solaire *aboli* après ingestion d'eau de Bains-les-Bains et en fin de cure.

Ces mêmes auteurs ont étudié le mode d'action de l'eau thermale de Bains-les-Bains sur la pression artérielle, chez le chien d'abord, en constatant ce que l'on observe depuis longtemps pour l'homme, chez qui la cure n'est paradoxalement hypotensive que chez les hypertendus, et relève plutôt la tension artérielle des hypotendus .

Chez un chien préalablement vagotomisé, avec un tonus vaso-constricteur marqué, on provoque expérimentalement une hypertension par l'occlusion temporaire des carotides : or l'ingestion d'eau thermale Saint-Colomban est suivie d'une diminution progressive de ce tonus vaso-constricteur . En revanche, chez les animaux dont la tension artérielle est basse au départ, donc avec un tonus vaso-constricteur faible, l'administration d'eau thermale n'est pas suivie de modification notable . (voir schéma n° 9). Nous avons retrouvé le détail de ces expériences dans le travail de Massot de 1932 .[82].

Par ailleurs, aucune modification du réflexe oculo-cardiaque ni de de l'effet cardio-moderateur du réflexe de Hering n'est constatée au cours de ces expériences : l'eau de Bains-les-Bains semble dépourvue d'action sur le parasympathique .

L'abaissement net et progressif de la tension artérielle, observée chez les curistes, résulte de la diminution de l'excitabilité sympathique et du tonus vaso-constricteur ; cette action est d'autant plus importante que les sujets sont hypersympathicotoniques . Il ne s'agit donc pas d'une action sur les réflexes dépresseurs de la tension artérielle, comme cela semble être le cas pour d'autres eaux thermales, notamment celles sulfatées calciques du bassin de Vittel .[116]. Cette baisse de la tension artérielle, avec l'atténuation des troubles fonctionnels qui l'accompagne, persiste dans la plupart des cas pendant plusieurs mois, et ce temps va en s'allongeant au fil des cures .

Le docteur Holvec expose ainsi les actions physiologiques de la cure :

- * sédatrice, par l'action calmante de la chaleur : (travaux de Debidour et Dubois, mentionnés par l'auteur) conjuguée à la radioactivité, qui constitue un facteur de sédation des troubles nerveux et des phénomènes douloureux notamment spasmodiques : travaux de Carnot, Guillaume, et du professeur Pelnar, à Prague, pour qui la radioactivité réalise une véritable *"sympathectomie non sanglante"* .

L'action sédatrice sur le sympathique artériel permet ainsi un effet antispasmodique (réactions vaso-motrices et spasmes artériolaires) et diminue la résistance périphérique : la cure est indiquée dans l'hypertension artérielle et tous les troubles circulatoires, mais a aussi un effet antalgique dans l'angine de poitrine, les douleurs des artérites, les crampes d'origine vasculaire, la claudication intermittente, les palpitations .

Les mécanismes d'action de la cure apparaissent donc résulter des actions propres aux produits thermaux .

- * diurétique, par une amélioration de la perfusion rénale, et par l'hypotonie de l'eau thermale qui entraîne une sorte de drainage tissulaire .

- * antisclereuse, pour les raisons déjà citées, mais surtout grâce à sa grande teneur en silicate de soude, et sa pauvreté en sels de chaux .

- * antianaphylactique et désensibilisante , d'après les recherches des professeurs Perrin et Abel, exposées au XIIème Congrès d'Hydrologie de Lyon en 1927 .

- * sur le pH urinaire ; *"Le traitement thermal tend à régulariser la réserve alcaline, et tout spécialement à diminuer l'alcalose"* (Vital Lassance).

Suivent des observations cliniques sur les indications majeures des cures thermales à Bains-les-Bains :

A) Sur l'artérite des membres inférieurs, l'amélioration fonctionnelle est nette, souvent plus spectaculaire que l'amélioration de l'indice oscillométrique . Ceci car la cure est impuissante sur la sclérose artérielle elle-même, constituée, mais cette lésion anatomique ne fait souvent parler d'elle que par le spasme artériel surajouté : c'est le cas des premiers stades de l'artérite qui est une excellente indication de cure . Cependant, même aux stades plus avancés, le spasme continue à jouer un grand rôle dans les troubles fonctionnels et les accidents évolutifs souvent graves : et la cure permet de conserver et d'amplifier le réseau capillaire de suppléance . La cure se justifie donc pour atténuer les symptômes et prévenir les phases aiguës, phénomènes douloureux et accidents gangréneux .

B) Sur l'hypertension artérielle, la cure vient en complément d'un traitement médical *"régulier et méthodique"*, et permet d'obtenir une baisse lente et progressive de la tension artérielle, sans fatigue et sans à-coups, avec une stabilisation durable des chiffres atteints en fin de cure pendant plusieurs mois, une réduction en amplitude des poussées hypertensives, et une disparition ou une atténuation considérable des éventuels troubles fonctionnels . Cette action se retrouve dans tous les cas d'hypertension, par une détente du spasme vasculaire et une diminution des résistances périphériques .

C) Sur l'angine de poitrine, les résultats sont tangibles et font affirmer au docteur Holvec que cette indication constitue *"le triomphe de la cure de Bains-les-Bains"*. Les crises diminuent rapidement d'intensité, s'espacent, et souvent disparaissent .Ceci toujours grâce à un traitement thermal renouvelé chaque année, car l'action n'est ni continue ni indéfinie, et doit du reste être un complément du traitement médical et des précautions hygiéno-diététiques . *"Le malade constate avec joie que le nombre des comprimés de Trinitrine qu'il est obligé d'absorber se réduit tous les jours . La douleur aussi change de caractère, perd de sa violence . La résistance à l'effort, la capacité fonctionnelle augmentent ; la durée des promenades s'allonge et quelques petites montées sont affrontées sans peine . Enfin, ce qui survient chez tous ces malades, c'est un remarquable apaisement de l'anxiété, une impression de détente générale, de tranquillité et même d'euphorie qui représente un incontestable bienfait, car elle doit traduire la diminution de cette hypersensibilité profonde d'où naissent le spasme, l'angoisse et la douleur ."* (Vital Lassance).

La cure agit au niveau des deux facteurs essentiels à l'origine des crises d'angine de poitrine :

- * la diminution de la vascularisation du myocarde, déterminée par un spasme artériel au niveau des artères coronaires, ce spasme pouvant d'ailleurs se produire sur des artères encore indemnes ou déjà rétrécies par la sclérose,

- * l'hyperexcitabilité des plexus nerveux sympathiques cardiaque ou périaortique .

L'eau de Bains agit sur ces deux facteurs, par son effet antispasmodique et vasodilatateur d'une part, qui atténue le spasme coronaire, et par la régulation végétative qu'elle entraîne d'autre part, en apaisant les manifestations douloureuses des plexus cardio-aortiques et en diminuant leur excitabilité .

Les autres indications sont l'artériosclérose et ses complications, que l'eau silicatée et pauvre en calcium de Bains-les-Bains prévient ou dont elle retarde l'évolution, la maladie de Raynaud et les autres syndromes vasomoteurs en atténuant l'excitabilité sympathique et les spasmes vasculaires, les neurotonies cardiaques avec palpitations ou tachycardie de diverses origines, et bien-entendu les douleurs des rhumatismes chroniques .

2.3 En 1954, Pierre Lambert expose son étude concernant 381 artéritiques venus en cure à Bains-les-Bains .[69].

Il étudie les caractéristiques de ce groupe, 301 hommes et 80 femmes, de tous âges mais dont 72 % ont entre 51 et 70 ans, 193 fumeurs chez les hommes (pour seulement 3 femmes), 8,9 % de diabétiques, 21,5 % avec une hypertension sévère (TAS>170 ou TAD=100 et plus) et 20 % souffrant de troubles coronariens associés . Pour préciser le type de gravité de l'artérite, 0,8% souffraient d'un stade IV, 16,2 % d'un stade III, 76,5 % d'un stade II, 6,5 % d'un stade I .

L'évaluation immédiate de la cure donne un résultat favorable dans 92,2 % des cas, soit que le patient ait changé de catégorie (du stade III au stade II ou I, ou du stade II au stade I), soit qu'il persiste un stade II mais avec une amélioration telle que le patient puisse mener une vie normale après la cure .

Une évaluation faite un an plus tard sur les curistes revenus montre le maintien d'un résultat favorable dans 90 % des cas : cependant il est probable que parmi les 40% de curistes qui ne sont pas revenus, le résultat serait nettement moindre .

Si on examine les 7 à 8 % d'échecs (ou de faible amélioration), auxquels on ajoute les 10 % pour lesquels le bénéfice ne se serait pas prolongé dans le temps, on remarque que deux groupes de malades sont concernés en priorité : d'une part les *fumeurs impénitents*, avec 20 % d'échecs immédiats et 26,9 % d'échecs à distance de la cure pour ceux qui sont revenus ; d'autre part les patients ayant bénéficié préalablement d'une sympathectomie, au nombre de 23 (et pour 15 d'entre eux, l'intervention n'avait d'ailleurs apporté aucun résultat), chez qui on note 35 % d'échecs immédiats, d'autant plus fréquents que l'opération est récente . Ce fait est en accord avec les principaux mécanismes supposés : la vasodilatation provoquée par la chaleur, (et par la radioactivité qui serait sympatholytique comme nous l'avons vu) .

Si l'on examine cette fois les bons résultats, on constate dans le détail que l'amélioration est le plus souvent spectaculaire au stade de claudication intermittente et de douleurs de décubitus : l'augmentation du périmètre de marche est rapide et considérable ; lorsque la douleur apparaît, elle cède beaucoup plus rapidement , et les douleurs de décubitus tardives sont très rapidement supprimées (dès le 4e ou 5e jour de cure pour la grande majorité). Ces améliorations ne sont pas transitoires et persistent jusqu'à l'année suivante, ou lorsque parfois au cours de l'hiver les manifestations fonctionnelles réapparaissent, elles sont atténuées, et ce sont ces patients qui se présentent avec le plus d'impatience dès le début de la saison suivante .

Au syndrome fonctionnel qui s'amende correspond toujours une amélioration objective de la chaleur locale et de la coloration des téguments, mais pas toujours de l'indice oscillométrique, souvent peu modifié malgré la disparition totale des troubles dans certains cas . Cet indice est en revanche d'autant plus augmenté que l'ischémie est provoquée par des phénomènes spastiques .

Ajoutons qu'au stade IV léger, les ulcérations superficielles et localisées cicatrisent en général rapidement et complètement, et on a même pu parler de *véritable action trophique tissulaire* . Le traitement thermal reste cependant contre-indiqué en cas de *gangrène* segmentaire profonde ou superficielle étendue .

Précisons enfin que l'amélioration durable s'explique grâce au développement d'une circulation collatérale provoqué par la "*gymnastique vasomotrice*", initiée lors du traitement et poursuivie par le patient, par l'entraînement tout au long de l'année, permis grâce à la diminution des troubles de la claudication intermittente .

En conclusion, il apparaît tout à fait dommageable de ne pas appliquer un traitement thermal aux patients atteints d'artérite dès lors que persistent des douleurs de décubitus et une claudication intermittente rebelles ; "*car nous savons qu'il serait exceptionnel de ne pas voir les douleurs de décubitus de ces malades disparaître en quelques jours, et leur périmètre de marche s'allonger dans des proportions compatibles avec la reprise d'une vie presque normale .*"

2.4 Maruejol publie en 1964 les résultats d'une étude portant sur 400 artéritiques, dont 387 au stade II de claudication intermittente [81].

Les 113 pour qui il s'agit d'une première cure obtiennent des résultats bons ou très bons dans 86 % des cas, qui sont ensuite classés en fonction de la localisation de la thrombose. Pour les 274 patients ayant bénéficiés d'au moins 3 cures, le chiffre est similaire à 84 %, mais parmi lesquels on note 4 % de résultats excellents pour lesquels il n'y a plus de claudication et chez qui les pouls périphériques sont à nouveau perçus. Les meilleurs résultats sont observés pour des thromboses fémorales, jusqu'au Canal de Hunter, les moins bons pour les artérites distales d'origine diabétique.

2.5 En 1980, le docteur André Piton rapporte un autre travail [103] effectué avec le docteur Michel Maruejol, étudiant les résultats fonctionnels obtenus chez 335 malades ayant effectués 3 cures successives à Bains-les-Bains, dont 323 au stade II et 12 au stade III.

La cure comporte habituellement des bains à 37-38°C, des douches générales douces à 38-40°C, et des douches locales sur les masses musculaires du membre malade à 51°C, à gros débit et faible pression, effectuées par le patient lui-même. Cette dernière entraîne une vasodilatation locale particulièrement importante avec une rubéfaction des tissus traités. Le traitement est suivi d'un repos de 2 heures, puis au cours de la journée de marches régulières et systématiques sur des trajets ombragés avec des distances étalonnées.

Les résultats notent 73 % d'excellents et bons résultats au stade II ; excellents lorsqu'est récupérée une marche où la douleur ne stoppe plus le malade, bons lorsque le périmètre de marche a au moins triplé, et avoisine au moins le kilomètre à plat à 4 km/h. Pour les 12 malades au stade III, 9 ont vu disparaître totalement leurs douleurs de décubitus.

L'explication de résultats aussi régulièrement satisfaisants, avec un traitement en apparence si simple et si anodin, est donnée en partie par le docteur Piton. Il se développe spontanément une circulation de suppléance, que la cure accentue et accélère. Car il ne s'agit pas d'une simple vaso-dilatation, mais d'une croissance vasculaire, atteignant électivement et uniquement les artères qui court-circuitent au plus près les portions de l'arbre artériel sus et sous-jacents à la zone thrombosée. Selon lui, le mécanisme d'action en est l'augmentation de la vitesse circulatoire locale et du débit sanguin dans les artères qui réunissent le réseau artériel en amont de la thrombose, où la pression est normale, à celui qui dépend de l'axe sous-jacent à l'oblitération artérielle, où le régime de pression est très sensiblement inférieur.

L'augmentation considérable du débit de ces artères dans l'histoire naturelle de la maladie a lieu suite à la thrombose, et explique leur développement.

Or que fait la cure ? Elle augmente encore le débit de ces artères en accentuant le gradient de pression entre leurs parties proximales et distales, par la diminution des résistances vasculaires de la partie distale du membre malade, et si possible uniquement de celles-là.

C'est justement ce que ne réalisent pas les vaso-dilatateurs administrés par voie générale.

C'est ce qui est constaté par les mesures des pressions périphériques segmentaires, réalisées en cours de cure grâce aux appareils à effet Doppler :
* immédiatement après l'application du "robinet de fer", les pressions chutent à la périphérie, comme après l'exercice musculaire, mais de façon beaucoup plus prolongée ;

* en cours de cure et après celle-ci, on observe le fait essentiel : la pression centrale est beaucoup mieux transmise à la périphérie, et les "indices de pression résiduelle" (=pression systolique tibiale postérieure / pression systolique humérale) augmentent .

Le mécanisme ainsi expliqué et mesuré dans le cadre du traitement des artériopathies oblitérantes des membres inférieurs permet d'apporter au minimum un complément pour le patient, très souvent essentiel : *en priver un malade qui en est justiciable, c'est lui enlever une chance sérieuse d'amélioration .*

- 2.6 Etude évaluative à Bains-les-Bains ayant permis l'agrément en rhumatologie . Réalisée entre juillet 1989 et avril 1990, cette étude porte sur l'évaluation de la cure dans le traitement des lombalgies chroniques, qui est la première cause de prescription d'une cure thermique parmi les indications rhumatologiques .

L'évaluation du procédé thérapeutique particulier que constitue la cure thermique pose plusieurs problèmes . La cure thermique se définit comme l'ensemble des thérapeutiques appliquées à un patient pendant son séjour dans une station thermique, de sorte qu'elle inclut la crénothérapie proprement dite et les autres soins (rééducation fonctionnelle...), mais aussi le repos, le changement de climat et d'hygiène de vie, voire le dépaysement .[117]. Cet aspect multifactoriel conduit à privilégier une démarche pragmatique d'autant qu'une intervention placebo et que le double insu sont difficiles à concevoir .[5]. C'est ce qui a conduit l'Agence nationale pour le développement de l'évaluation médicale (ANDEM), remplacée depuis par l'Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé (ANAES), à émettre des recommandations sur les principes méthodologiques dans l'évaluation du thermalisme en préconisant une démarche en trois phases successives : la première concerne la garantie de sécurité (ou innocuité) de la cure thermique, la deuxième à rechercher ses indications thérapeutiques potentielles, la troisième à confirmer ces indications par des essais prospectifs, randomisés, comparant un groupe suivant une cure thermique à un groupe témoin . C'est la "phase de validation des indications thérapeutiques" .[9].

L'étude présentée dans le travail du docteur Florence Constant [33], menée sous la direction du professeur Guillemin [60], sur l'effet à court et à long terme d'une cure thermique à Bains-les-Bains sur les lombalgies chroniques, répond à ces recommandations et constitue pour la station un élément majeur de la validation dans l'indication rhumatologique .

Elle ne permet toutefois pas d'isoler l'effet placebo, ce qui est propre au sujet rappelle-t-elle ; quel placebo proposer à une cure thermique ? Notons cependant qu'en raison de la grande fréquence des lombalgies chroniques dans la population, le recrutement a pu se faire localement aux alentours de la station, ce qui élimine en partie le facteur environnemental, notamment climatique ; parfois ce facteur est mis en avant pour expliquer l'efficacité des cures thermales en général . On voit ici la grande difficulté méthodologique dans leur évaluation .

Nous exposerons une analyse succincte de cette étude, permettant d'évaluer le niveau de preuve scientifique qu'elle permet d'obtenir . (en annexe 6 : tableau de correspondance entre niveau de preuve et force de recommandation) .[45].

* L'objectif : évaluer l'efficacité à court et long terme du thermalisme dans le traitement des lombalgies chroniques en comparant curistes et témoins .

* Méthode : 104 patients souffrant de rachialgies depuis plus de deux ans, présentant une VS < 30 mm/h et répondant à des critères radiologiques ont été randomisés en deux groupes . Ont été exclus de cette étude les patients présentant une sciatique, une hernie discale, une pathologie inflammatoire rachidienne ou toute autre pathologie chronique ainsi que ceux ayant bénéficié d'une cure thermique dans l'année écoulée ou d'une intervention chirurgicale touchant le dos . Le groupe 1 (n=52) a bénéficié d'un traitement par cure thermique pendant 3 semaines comprenant 6 jours de soins par semaine alors que le groupe 2 (n=52) servait de témoins (cure repoussée de 9 mois) .

Trois séries de mesures ont été réalisées : avant le traitement, à la fin de la cure et 9 mois plus tard .

Les critères de jugement mesurés étaient la douleur, sa durée dans la journée, la distance main-sol, l'indice de Schober, l'activité quotidienne (Waddel) et la consommation quotidienne d'antalgiques et d'AINS .

* Résultats : il existait une différence significative initiale entre les deux groupes pour la douleur ($1 > 2$) et l'indice Schober ($1 < 2$) . Les auteurs ont ensuite mis en évidence une différence significative pour tous les critères de jugement à 3 semaines et à 9 mois en faveur du groupe 1 (sauf score de Waddel à 9 mois) . Deux cas d'effets secondaires à type de réaction thermique induisant l'exclusion de l'étude ont été recensés .

* Conclusion des auteurs : cette étude permet d'envisager l'efficacité de la cure thermique à court terme et dans une moindre mesure à long terme dans le traitement des lombalgies chroniques .

* Limites : ce sont l'absence de groupe placebo, le niveau d'aveugle, une technique de soins différés qui peut engendrer un effet nocebo sur les patients du groupe 2 souhaitant être sûrs de bénéficier à leur tour de la cure, et une différence initiale pour un critère de jugement sans réajustement dans les calculs ultérieurs .

On peut néanmoins noter que les deux premières limites sont attendues dans ce type de travaux concernant le thermalisme, comme le soulignait déjà l'ANDEM, et que la différence initiale entre les deux groupes était en défaveur de la démonstration d'efficacité à laquelle l'étude parvient cependant .

Au total, cette étude correspond à un niveau 2 de preuve scientifique, et à un grade B dans les forces de recommandations (ANAES), mais c'est sans doute d'après les indications même de cet organisme, nous l'avons vu, le niveau de preuve maximum que l'on puisse atteindre pour le cas particulier de l'évaluation des cures thermales . Elle a permis, avec d'autres indices d'efficacité, la reconnaissance formelle de l'orientation thérapeutique des cures de Bains-les-Bains pour le traitement des affections rhumatologiques par Haut Comité du Thermalisme, qui s'est prononcé favorablement, lors de sa séance du 13 novembre 1990, après avoir entendu les rapports scientifiques de deux rhumatologues, les professeurs Pourel (CHU de Nancy) et Revel (hôpital Cochin à Paris) .(Annexes 7 et 8) .

Signalons enfin que ce type d'études s'est ensuite multiplié [55], outre les études similaires toujours menées par les mêmes auteurs de l'Institut d'Hydrologie de l'Université de Nancy, à Saint-Nectaire (121 patients) [30] et à Vittel [32] qui ont conduit elles-aussi à des résultats favorables statistiquement très significatifs ; d'autres équipes, à Paris et Aix-les-Bains, ont étendu la signification positive des résultats obtenus par ces études, suivant la méthodologie des cures décalées qui avait été suggérée par J.F. Collin à Nancy .

3. Tentative de présentation ordonnée des mécanismes d'action

Notre réflexion sur cette approche de la médecine thermique ne peut prétendre être exhaustive, mais elle indique les principales pistes explorées concernant les modes d'action d'une cure en s'élargissant à des études extérieures à Bains-les-Bains . Il faut cependant souligner la valeur toujours actuelle de certains des travaux exposés précédemment : dans le domaine de la diurèse, les anciennes expériences de l'équipe du Pr Santenoise sur l'effet diurétique de certaines eaux minérales demeurent des références .

Bien qu'ils soient intriqués entre eux, nous pouvons distinguer entre autres mécanismes :

- A) l'action d'entraînement anti-stress, liée aussi à l'environnement et au temps privilégié de la cure, au repos, aux contacts avec le personnel et les autres curistes .
- B) l'action des techniques thermales, notamment par l'usage externe sous diverses formes d'une eau chaude, avec mobilisation et kinésithérapie .
- C) l'action spécifique de l'eau de Bains-les-Bains :
 - * par sa thermalité : par l'action de l'eau chaude, décrite précédemment,
 - * par sa composition chimique : avec tout l'intérêt de la silice tant au niveau artériel qu'au niveau ostéoarticulaire, mais aussi la place des autres composants,
 - * par sa radioactivité . Aux études sur les vertus curatives de la radioactivité, il faut bien entendu ajouter toutes les connaissances acquises sur son risque potentiel .Et nous observons ainsi que comme pour la plupart des traitements, il convient de maîtriser les doses reçues par le patient, afin de se situer dans l'intervalle curatif sans danger pour sa santé .

Un aspect, qui revient de façon récurrente dans la littérature, ne sera pas abordé malgré son importance . Il s'agit du temps privilégié permis par la cure pour une prévention, voire un dépistage, et une éducation sanitaire du patient : connaissance de sa maladie et de ses possibilités évolutives, correction des idées fausses, explications sur les "thérapeutiques parallèles" (qui donnent souvent, malheureusement, de faux espoirs, tout en détournant des soins nécessaires), prise de bonnes habitudes (ou perte de mauvaises habitudes) en rapport avec sa maladie ou d'ordre plus général (pratique d'exercices physiques, qualité du sommeil, consommation de tabac, café, alcool, bon usage des médicaments, etc) .

Cet aspect apparaît dans tous les types de pathologies chroniques, et son intérêt est sans doute dominé par les habitudes nutritionnelles d'une part, et par la pratique d'exercices physiques adaptés et persévérants d'autre part, permettant la lutte contre la sédentarité, laquelle est particulièrement néfaste dans les indications reconnues à Bains-les-Bains .

A) l'action d'entraînement anti-stress

Tous les effets connus et documentés du stress chronique, aux plans musculaire, nerveux, cardio-vasculaire, gastro-entérologique, psychique, et sur l'état de santé général du patient, doivent pouvoir être atténués si la cure permet une action sur ce facteur .

Il s'agit d'envisager ici la diminution du stress non pas comme l'effet terminal attendu de la cure, mais bien comme mécanisme d'action pouvant expliquer, au moins partiellement, les effets correspondant aux indications, notamment cardio-vasculaires .

Nous développerons d'abord et surtout les dégâts physiologiques reconnus du stress, alors qu'il conviendrait de développer plus avant et de manière séparée la diminution effective des conséquences du stress grâce à la cure thermale, ce que nous évoquerons en étudiant l'action plus spécifique de la crénothérapie sur l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien [94] .

Le stress désigne l'ensemble des perturbations biologiques et psychiques provoquées par une agression quelconque sur un organisme . Il entraîne des perturbations endocriniennes et sensorielles, et des troubles cardio-vasculaires . Notons tout de suite une ambiguïté du terme stress, qui désigne tantôt la cause des perturbations, tantôt les perturbations elles-mêmes . De plus, le stress en tant que capacité d'adaptation d'un organisme est bénéfique et tout-à-fait nécessaire, alors que le stress chronique ou les effets d'une réponse inadaptée ou démesurée à un même stimulus seront dommageables et auront des conséquences parfois très graves .

Effets physiologiques du stress

Le stress est d'abord une réaction de l'organisme à un stimulus . Pour bien comprendre les mécanismes en cause, nous prendrons l'exemple d'un stress sonore, car il est plus facile à étudier qu'un stress d'origine mal définie, et a fait l'objet d'études approfondies .[125].

Il faut rechercher l'origine des effets du stress au niveau du système nerveux central .

Il s'agit d'une réaction non spécifique de l'organisme : un stress neurotrope met en jeu des afférences nerveuses à l'hypothalamus, puis secondairement des réponses humorales diverses . Le stress active le système sympathique et la médullo-surrénale, avec augmentation des catécholamines . Les catécholamines libérées, la noradrénaline et l'adrénaline, agissent soit sur les centres cardiorégulateurs bulbaires, soit directement sur le système cardio-vasculaire . En effet, toute agression perturbant l'équilibre interne stimule les neurones de l'hypothalamus et du tronc cérébral, déclenchant une chaîne de réactions neuro-endocriniennes .

La réaction fondamentale de l'organisme est une stimulation de la sécrétion d'ACTH sous l'action de l'hormone hypothalamique libérée, la CRH .[125]. A son tour, l'ACTH stimule la cortico-surrénale et la sécrétion de glucocorticoïdes . Le cortisol induit un catabolisme protéique au niveau des tissus périphériques, un anabolisme glucidique et stimule le système nerveux central .

En même temps que l'ACTH, une bêta-endorphine est libérée dans la circulation .

Le stress chronique se traduit par une augmentation de volume des surrénales et des concentrations plasmatiques de glucocorticoïdes .

Au niveau du système nerveux central, les neurones et les cellules gliales de la région de l'hippocampe sont dotés de récepteurs aux glucocorticoïdes et exerceraient une action modulatrice sur l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien . Un taux excessif de glucocorticoïdes provoquerait la destruction progressive de ces cellules et ainsi la disparition de l'action de rétro-contrôle . L'élévation persistante du taux des corticoïdes qui en résulte dans les situations de stress chronique aurait aussi pour conséquence la potentialisation in situ de la toxicité des radicaux libres et le blocage de l'utilisation par la cellule à des fins énergétiques du glucose, substrat essentiel du fonctionnement neuronal .[29].

La toxicité des radicaux libres est appelé dans la littérature le "stress oxydatif" : les conséquences qu'il provoque au niveau des tissus sont un point commun des maladies chroniques telles que l'athérosclérose, le diabète, la polyarthrite rhumatoïde et le cancer .[34].

Le métabolisme cellulaire normal produit en permanence des espèces oxygénées réactives . Par exemple, au cours de la respiration, chacune de nos cellules réduit l'oxygène en eau . Parfois, une partie de cet oxygène échappe à la transformation complète et donne une forme d'oxygène très réactive : l'anion superoxyde O_2^- (caractéristique des radicaux libres). D'autres radicaux libres sont générés en chaîne à partir des diverses réactions chimiques de notre organisme . Ces molécules, très agressives, sont normalement éliminées par des systèmes de défense enzymatiques ou biochimiques . Il existe aussi des systèmes réparateurs chargés de corriger les effets toxiques des radicaux libres .

Parfois, la production de ces molécules agressives, sous l'influence de diverses pathologies, ou de facteurs extérieurs comme le stress, s'exacerbe et les systèmes naturels de défense ou de réparation sont débordés .

On assiste alors à une désorganisation des structures membranaires, à l'oxydation des lipoprotéines circulantes qui ne peuvent plus être épurées, à l'oxydation de protéines qui perdent alors leur fonction, à l'attaque et à la fragmentation de l'ADN .

Le stress oxydatif touche donc l'ensemble des tissus et des métabolismes et de ce fait participe à un grand nombre de pathologies (inflammation, maladies cardiovasculaires, cancers) . Dans le sang, les lipides, insolubles en milieu aqueux, sont associés à des protéines spécifiques appelées apoprotéines, pour former de gros assemblages appelés lipoprotéines . Les lipoprotéines de basse densité (L.D.L. : Low Density Lipoprotein) ont pour rôle d'apporter le cholestérol indispensable au bon fonctionnement des membranes cellulaires . Elles pénètrent donc dans la cellule grâce à un récepteur spécifique à leur apoprotéine . Sous l'effet des radicaux libres et du stress oxydatif, cette apoprotéine est modifiée et ne peut plus être reconnue . Les LDL sont condamnées à continuer de circuler et à être de nouveau la proie du stress oxydatif . Elles finissent par se déposer dans les parois des vaisseaux où le cholestérol s'accumule jusqu'à former la plaque d'athérome et empêcher le sang de circuler librement dans les artères .

Lorsque les systèmes de défense sont débordés par l'augmentation de production des radicaux libres, il faut fournir à l'organisme des molécules antioxydantes . Il en existe de nombreuses variétés : des minéraux comme le magnésium, aux oligoéléments présents en faible quantité mais dont le rôle physiologique est primordial dans la lutte contre le stress oxydatif .[140].

Dans le cas du diabète, la place du "stress oxydatif" semble due à un accroissement de la concentration en radicaux libres et à une réduction des moyens de défense contre l'oxydation : le "stress oxydatif" est impliqué dans la genèse du développement des complications vasculaires .[11]. Une publication japonaise signale l'effet favorable chez des patients diabétiques d'une balnéothérapie de 4 semaines sur le taux de glutathion réduit plaquettaire, qui est un marqueur biologique du stress oxydatif .[91]. [52].

Le stress fait varier de façon importante la teneur cérébrale en noradrénaline en fonction de son type, de son caractère aigu ou chronique, de sa sévérité . Or, les neurones noradrénergiques assurent la régulation d'un grand nombre de processus homéostatiques .

L'instabilité de ces mécanismes complexes d'interactions modifie les seuils de réceptivité, tant sur le plan physiologique que psychologique .

Par ailleurs, l'hypersecrétion de catécholamines favoriserait l'apparition d'un déficit magnésique progressif, soit par perte cellulaire et excrétion accrue de magnésium, soit par augmentation du taux sérique d'acides gras libres qui forment avec le magnésium des sels insolubles . Ce déficit magnésique potentialise alors le stress . Il a été montré expérimentalement que la décharge de catécholamines est beaucoup plus importante chez un sujet carencé que chez un sujet non carencé . En outre, le déficit chronique en magnésium est responsable d'une hyperexcitabilité du système nerveux central .

En induisant un phénomène de vasodilatation ou de vasoconstriction, le stress peut être dangereux chez un sujet hypertendu, insuffisant coronarien ou artéritique . Les catécholamines entraînent des perturbations de la contractilité cardiaque, un risque accru de cardiopathie ischémique, et même une action pro-arythmogène . Elles sont directement responsables de modifications structurales au niveau de la résistance des vaisseaux .

Il existe une augmentation de la tension artérielle sous l'effet du stress .

Les deux réactions à la fois sympathique et cortico-surrénalienne déclenchées par une réaction de stress ont ainsi des conséquences sur le système cardio-vasculaire par l'intermédiaire de la libération des catécholamines et des corticoïdes .[29].

Les conséquences physiologiques et physiopathologiques en sont les suivantes [125]:

* Sous l'effet du sympathique :

-agissant sur les récepteurs bêta-adrénergiques, la fréquence cardiaque, la pression aortique et le débit cardiaque augmentent .

-agissant sur les récepteurs alpha-adrénergiques, la résistance périphérique et la pression diastolique augmentent .

* De leur côté, les catécholamines agissent sur les coronaires .

Le rôle des catécholamines sur des artères sténosées a déjà été démontré. Leur taux est particulièrement élevé chez le coronarien soumis au stress par rapport aux sujets normaux soumis au même stress, et ce taux est proportionnel à la fréquence et à l'intensité des crises angineuses . Les pics hypertensifs lèsent les parois des vaisseaux coronaires favorisant l'adhésivité des plaquettes et la thrombose . Des phénomènes en chaîne se produisent, entraînant

par réflexe des spasmes sur les petites branches coronaires, qui augmentent l'anoxie, l'hyperlactacidémie, et l'adhésivité plaquettaire . La conjonction de ces phénomènes explique chez le coronarien la richesse des symptômes ou l'aggravation de la maladie sous l'effet du stress .

Les troubles du rythme en sont une autre conséquence .

Le stress émotionnel favorise les troubles du rythme et pas uniquement sur des myocards pathologiques patents . Ainsi, une salve d'extrasystoles ventriculaires et une fibrillation ventriculaire peuvent être engendrées par une simple sonnerie de téléphone .

Il en est de même en ce qui concerne l'hypertension artérielle .

Toute contrainte psycho-sensorielle peut donner lieu à une augmentation de la pression artérielle, mais il existe une inégalité physiologique dans la réactivité au stress : les hypertendus sont plus réactifs à certaines catégories de stress que les normotendus, tant par la durée que par l'amplitude de la réaction .

* D'autres troubles endocriniens complètent parallèlement les perturbations du système adrénergique :

Sous l'effet du stress, il y a modification du fonctionnement des glandes surrénales avec sécrétion plus abondante en minéralocorticoïdes, dont l'aldostérone et les 17-désoxy-cortico-stéroïdes .

On note également une modification du fonctionnement de la thyroïde .

Pour reprendre l'exemple de l'exposition au stress sonore, qui est plus facile à analyser qu'un stress de cause mal définie, la revue faite par Welch [133] de plus de 40 études en relation avec ces problèmes, apporte la preuve d'une morbidité plus forte parmi les personnes qui ont été exposées, au travail, à des bruits d'intensité élevée pendant au moins trois à cinq ans . Cette morbidité augmente avec l'âge et les années de travail, que ce soit chez les hommes ou chez les femmes . A long terme , le stress ainsi engendré entraîne une augmentation d'au moins 60% des risques d'affections cardio-vasculaires, que ce soient des hypertension artérielles, des troubles cardiaques, des troubles de la circulation périphérique, ou des taux élevés de cholestérol .

Action d'entraînement anti-stress

L'action anti-stress de la cure de Bains-les-Bains ne lui est pas spécifique . Cela est facilement compréhensible si nous admettons la part non négligeable de l'environnement naturel, du repos, du dépaysement, de l'attention portée par le curiste à son corps pendant trois semaines, des soins attentifs du personnel médical et paramédical, de l'action physique exercée par le contact de l'eau chaude particulièrement, comme nous allons le voir, et selon plusieurs méthodes d'application, de l'émulation entre curistes, etc. Cette reconnaissance accompagne le malade tout au long de sa prise en charge et participe à la reconstruction de l'unité somatopsychique . Ce fait était déjà apparu lors de notre approche historique de Bains, et il est particulièrement important dans les affections neurologiques (y compris l'hémiplégie par exemple) .[20].

Signalons également l'effet psychologique lié à la dimension symbolique de l'immersion, à travers les représentations des grandes étapes de la vie, naissance, renaissance, purification, mort .

L'action anti-stress intéresse aussi jusqu'aux affections psychiatriques, dans lesquelles le thermalisme constitue un "traitement corporel des névroses" : car dans ce cas, le désordre fondamental est à base d'anxiété . Les modes d'action répertoriés par le docteur Dubois [40] se décomposent en groupes dépendants les uns des autres .

Le premier groupe est réalisé par le "conditionnement de l'ambiance" : éloignement du milieu habituel de vie et de ses situations agressives et émotionnelles, climat sédatif où la vie se déroule à un rythme lent, milieu compréhensif qui considère la situation du malade en tant que telle alors qu'elle est rarement au premier plan dans la vie courante avec les proches . Cette compréhension est le fait des médecins, des diverses catégories de personnel qu'il rencontre, et aussi des autres curistes . (Elle permet aussi de développer l'action réadaptative de la cure, par sa dimension sociothérapique) . Les effets sécurisants de cette ambiance atténuent par eux-mêmes l'anxiété .

Le deuxième groupe est constitué par l'effet anxiolytique du traitement thermal lui-même, qui trouve par l'eau un véhicule de température et de pression, appliquées directement sur la peau (dans laquelle circule un tiers de la masse sanguine totale, et qui contient des corpuscules sensitifs nerveux) . Nous ne développerons pas ici les actions de normalisation que cela entraîne sur les paramètres biologiques corrélatifs à l'angoisse : pouls, tension artérielle, pH urinaire, tonus musculaire, vigilance .

Les deux autres groupes sont spécifiques du traitement psychiatrique, (chimiothérapie et psychothérapie), mais là encore le docteur Dubois signale l'importance du symbolisme lié à l'eau "fontaine de jouvence", "source de vie, de régénération, qui entrave le mal et purifie" .

Dans l'objectif d'assurer une anxiolyse de bonne qualité, avec le moins d'effets indésirables possibles, et aussi à moindre coût, les psychiatres sont à la recherche d'alternatives aux benzodiazépines, qui provoquent malheureusement une pharmacodépendance avec surconsommation . En 1995, le chiffre d'affaires annuel consacré en France aux hypnotiques et tranquillisants est évalué à 1,5 milliards de francs ; en moyenne, chaque adulte consomme 80 comprimés de benzodiazépines par an . Mais certains patients arrivent finalement à la cure thermale avec une consommation médicale initiale supérieure à 80 comprimés par jour...[120]. Le thermalisme répond à la double exigence de l'anxiolyse et de l'absence presque totale de dépendance . De nombreuses études viennent confirmer et l'anxiolyse obtenue, et le sevrage au moins partiel de la consommation médicale .[119],[42].

Crénothérapie externe et axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien

Il faut souligner que le stress est à la base un mécanisme bénéfique, qui permet de faire face biologiquement aux "situations bousculantes", et que ce système réactionnel neuro-hormonal va maintenir la stabilité des grandes fonctions de l'organisme dans une situation nouvelle, où les besoins sont augmentés .

Il semble qu'en partie au moins, la cure thermale agisse comme une cause de stress contrôlée, en créant des stimulations qui sont comme autant d' "agents réactivants" .[94]. Pour explorer l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien, qui est un des principaux facteurs du renforcement des résistances aux agressions, Orsetti se propose de mesurer l'ACTH et le cortisol, qui en sont les effecteurs essentiels .

Son étude porte sur 51 patients rhumatisants chroniques, et 10 témoins vivants dans le même lieu que les curistes, à la station thermale de Balaruc-les-Bains . Ces chiffres sont faibles, mais donneront une direction de recherche . Des dosages sanguins sont effectués pendant la cure à J1, J10 et J19, à chaque fois à 7, 11 et 18 heures . Par ailleurs un suivi clinique pendant un an permet de classer les patients en 39 "améliorés" (effets bénéfiques de la cure au delà de 6 mois) et 12 "non-améliorés" (souvent améliorés pendant moins de 2 mois) .

Les résultats montrent d'abord pour tous un cycle nyctéméral bien identifié de l'ACTH et du cortisol, hauts le matin et bas en fin d'après-midi .

Ensuite, au 19ème jour, aucune différence significative n'est relevée entre les trois groupes pour le cortisol (très légèrement diminué chez les curistes, surtout les "améliorés") .

En revanche, il existe une différence très significative pour l'ACTH ; les "améliorés" et les témoins restent comparables au 19ème jour, alors que les "non améliorés" ont des taux d'ACTH bien supérieurs .

Les conclusions sont délicates, et il convient d'être prudent dans l'interprétation ; il s'agit plus d'une étude préliminaire . Mais de toute évidence, la cure, qui a eu des effets cliniques chez les 39 patients "améliorés", a une action spécifique sur l'ACTH, qui est prédictive de son efficacité .

Tout d'abord, il semble y avoir une légère surconsommation de cortisol chez les curistes en début de cure, liée aux stimuli (chaleur, jets d'eau,...) qui agissent comme des "conditions bousculantes" contrôlées . La réaction normale devant une consommation de l'hormone périphérique (cortisol) est une stimulation de la sécrétion de l'hormone hypophysaire (ACTH) ; mais lorsque celle-ci a permis un retour à l'équilibre en périphérie, sa production se réduit rapidement et décroît à nouveau . Or, il a été démontré que l'entraînement, par stimulations répétées et contrôlées de cet axe neuro-hormonal, lui confère une plus grande stabilité fonctionnelle . Ainsi devant un stress particulier, l'ACTH n'a plus besoin de s'élever trop pour être efficace . Mais si la glande périphérique (ici la surrénale) est peu réactive, alors un stress va provoquer une élévation plus importante de la stimuline (ici l'ACTH) .

Au total, la cure thermale agirait comme chez les sportifs entraînés, ou comme lors des stimulations répétées au cours d'expériences chez l'animal [114], permettant un très bon contrôle hormonal, sans excès hypothalamo-hypophysaire (cas des "améliorés"), si la sensibilité de la glande surrénale permet d'acquiescer cet entraînement .

Il s'agit donc surtout d'une action d'entraînement au stress, plus que d'une action directement anti-stress . Si nous prenons l'exemple de la lutte contre les effets du stress chronique, auxquels sont soumis les patients tout au long de leur pathologie, il est bien plus utile de renforcer leurs défenses contre le stress, ce qui permet une action durable au moins sur plus de 6 mois ; alors qu'un simple repos agirait de façon bien plus courte dans le temps . Cela explique aussi la fatigue parfois ressentie par les patients au début d'une cure, qui stimule le fonctionnement de leur organisme .

Mais nous voyons une intrication des mécanismes d'action . Certains oligoéléments ou minéraux ont des propriétés antioxydantes, de même nous le verrons de la radioactivité ; la diminution du tonus sympathique serait également un des aspects, avec aussi une résistance accrue à l'action de l'adrénaline bien mise en évidence par les expériences menées sous la direction du professeur Santenoi [115] [116]. Les réactions dues au stress sont ainsi mieux supportées et les conséquences négatives pour la santé mieux combattues .

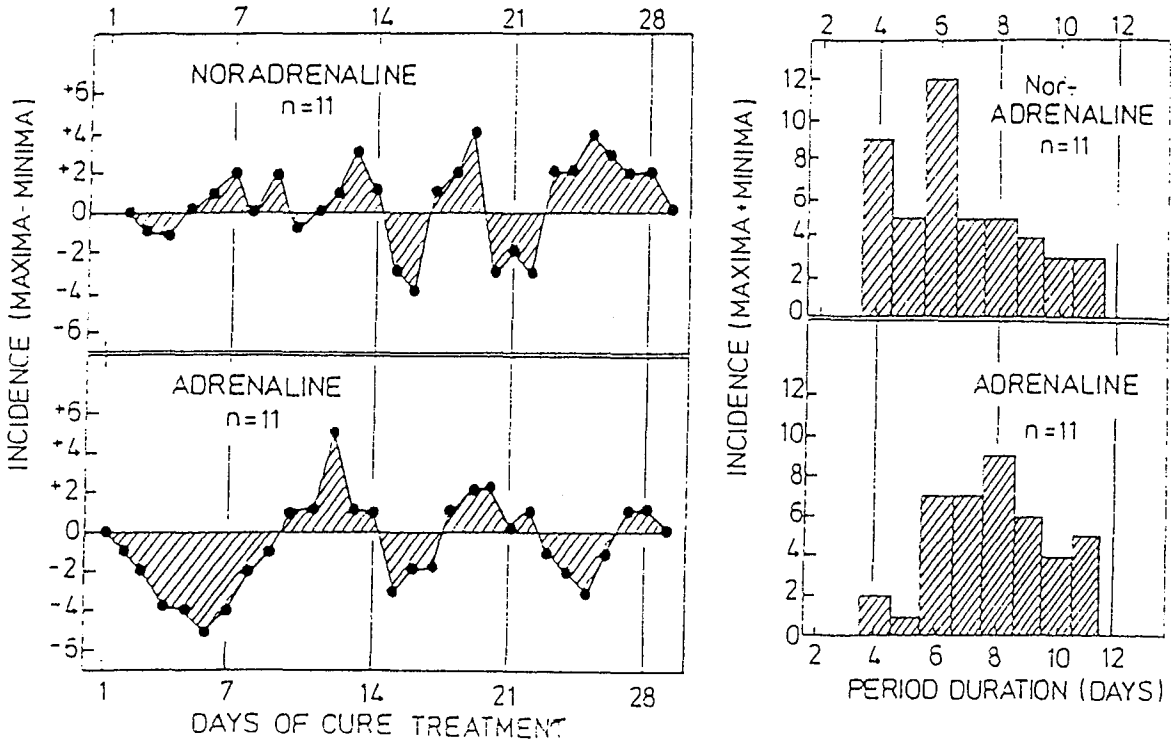
Remarquons pour terminer que les modifications d'excrétion, en ce qui concerne les hormones cortico-surréaliennes du moins, semblent comparables, qu'il s'agisse de certaines cures thermales, de soins dans une station thalassothérapique, de cures climatiques et d'altitude, ou de cures naturelles selon la méthode de Kneipp . Le concept même de cure, avec un ensemble de gestes thérapeutiques et de modifications environnementales, dépasse le domaine du seul thermalisme .[16].

L'ensemble de ces démarches thérapeutiques, parfois regroupées sous le terme de médecines environnementales, procède en effet de mécanismes d'action généraux sur l'organisme qui réagit de manière univoque . De nombreuses démonstrations en sont apportées par les recherches cliniques et expérimentales de l'école physiologique allemande de Marbourg, qui met en évidence lors du déroulement des cures, quelles qu'en soient les modalités spécifiques, les mêmes altérations ou modifications de rythmes biologiques fondamentaux [2]. Ces derniers, notamment les rythmes circaseptidiens découverts par G. Hildebrandt, concernent aussi bien les paramètres des fonctions végétatives régulatrices que les sécrétions hormonales qui leur sont associées, (Figure 14) [1], et même des fonctions cérébrales supérieures comme celles sollicitées lors de la mesure des temps de réactions psychomotrices (Figure 15).[132], [62].

On peut se demander dans quelle mesure la division du temps en semaines ne trouve pas son origine première dans ces rythmes circaseptidiens ressentis . Mais sept jours correspondent aussi à la plus petite division possible du mois lunaire . Alors peut être également émise l'hypothèse inverse d'une influence du rythme de vie, réglé sur sept jours depuis des siècles voire des millénaires, sur les cycles biologiques eux-mêmes . Ce qui est certain, c'est l'apparition de cycles circaseptidiens dès l'instant où l'organisme est sollicité, par un changement environnemental par exemple .

Cependant, la crénothérapie, par ses gestes thermaux (bains et douches essentiellement, par leur action sur l'organe tégumentaire), n'agit pas seulement par voie neuro-végétative ou réflexothérapique : les kératinocytes seraient en effet impliquées dans une sécrétion endocrine propre, avec une grande parenté chimique entre les molécules régulatrices de la pigmentation et certaines stimulines antéhypophysaires .[66].

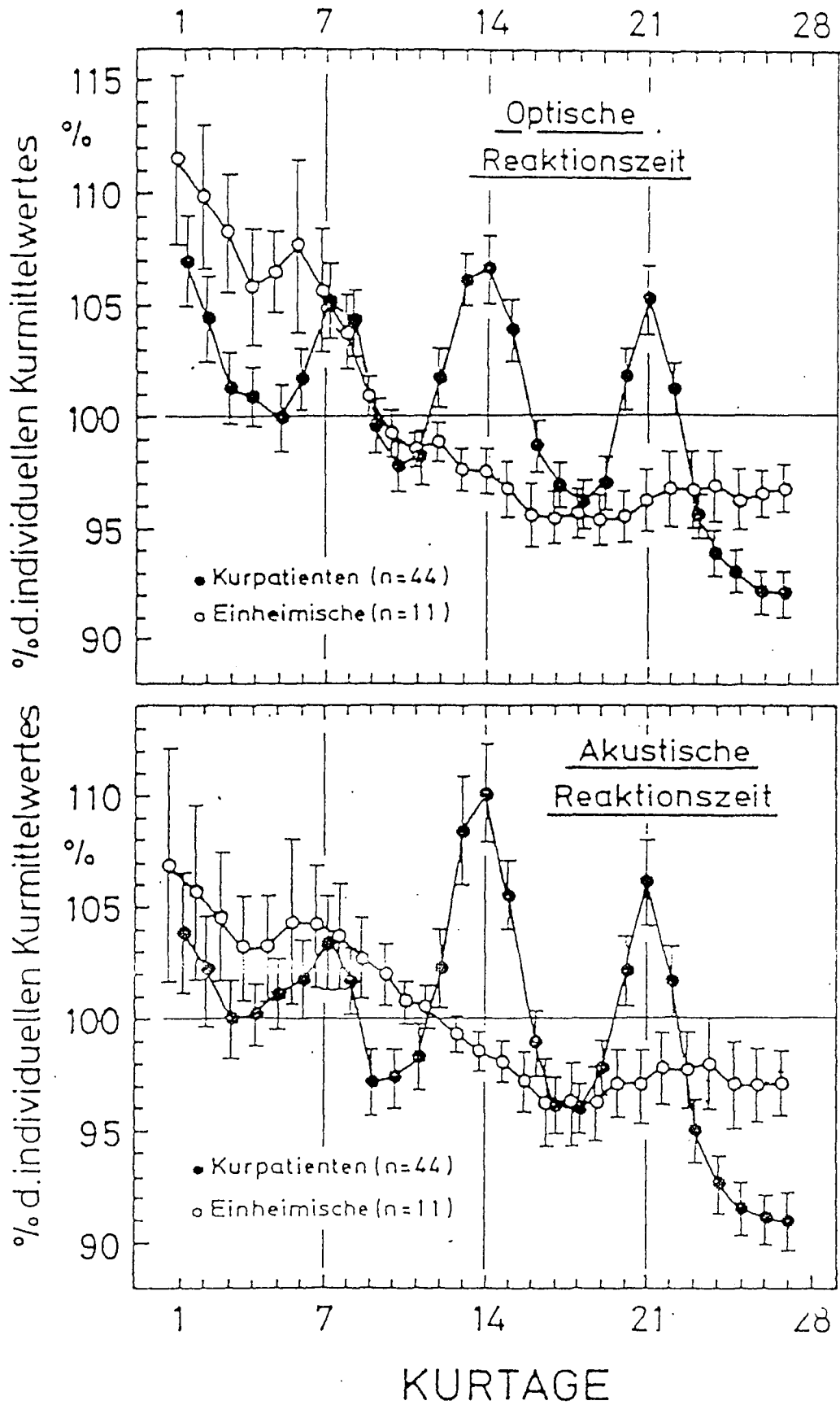
FIGURE 14



Evolutions de l'incidence des maxima et minima de l'adrénaline plasmatique et de la noradrénaline à 6.00 h pendant un traitement balnéothérapeutique de 4 semaines (à gauche), et incidence des durées de période, intervalles entre les maxima et minima des cas individuels (à droite).

(d'après AGISHI et HILDEBRANDT, 1985b)

FIGURE 15



Evolution moyenne du temps de réaction optique et acoustique de 44 patients pendant une cure thermique de quatre semaines et de 11 témoins autochtones non traités.

Les parenthèses représentant l'écart-type.

(d'après HILDEBRANDT et GEYER, 1979)

B) l'action des techniques thermales en eaux chaudes

C'est à l'évidence la composante majeure de la cure, avec ses différentes techniques d'application .

Déjà le docteur Bailly, à la recherche de traces d'arsenic dans l'eau de Bains, (l'arsenic était à l'honneur à son époque ; il en décèle des traces, non retrouvées par Monal mais confirmées par les analyses actuelles), précise qu'il ne faut pas connaître le thermalisme pour s'imaginer que son efficacité puisse venir de telle ou telle substance chimique, présente de toute façon à des doses bien inférieures, en général, aux médications de la pharmacopée .

Quelques mots tout d'abord sur l'action diurétique déjà mentionnée, surtout expliquée jusque là par l'ingestion de l'eau minérale particulière que constitue l'eau de Bains-les-Bains . Un autre mécanisme est aujourd'hui bien connu, déclenché indépendamment de toute ingestion, par la balnéation : lors de l'immersion, l'élévation de la pression hydrostatique provoque la redistribution de la masse sanguine, augmente le retour veineux et entraîne l'élévation de la pression intracardiaque au niveau de l'oreillette droite . L'étirement de la fibre musculaire auriculaire entraîne la sécrétion par l'oreillette elle-même d'une hormone, le facteur natriurétique atrial . Son taux monte à 150 % lors de l'immersion . Antagoniste du système rénine-angiotensine, cette hormone augmente la filtration glomérulaire avec hausse de la diurèse, de la kaliurèse et de la natriurèse .[71].

Comme en microgravité spatiale, où l'état physiologique est voisin de celui provoqué par l'immersion, les répercussions de la balnéation sont sensibles sur la sécrétion d'hormones telles que la vasopressine, l'aldostérone, et le facteur natriurétique atrial .[53].

Tous les intérêts d'une action diurétique, sans administration de médicaments supplémentaires, se retrouvent au niveau cardio-artériel, et phlébologique sur l'infiltration oedémateuse .

Deux autres actions, locales cette fois, méritent d'être signalées :

* sur le métabolisme de l'eau dans les tissus : à la manière des diurétiques tissulaires, l'augmentation de la pression hydrostatique permet d'une part de diminuer la sortie des liquides sur le versant artériel, d'autre part d'augmenter leur retour sur le versant veineux, suivant en cela le classique schéma de Starling . Ce qui augmente l'action antioedémateuse de l'immersion .

* sur le tonus autonome de la paroi veineuse : les premières minutes du bain sont marquées par une vasoconstriction veineuse, qui peut persister pendant la durée du bain, tandis que l'on assiste après le bain à une vasodilatation réactionnelle durable (surtout en eaux carbogazeuses) nécessitant un repos allongé . Ces alternances répétées constituent une *"gymnastique veino-capillaire et lymphatique qui renforce le tonus veineux, lutte contre l'hypertension veineuse, la stase et la béance des anastomoses artério-veineuses"* .[77].

Nous avons déjà explicité comment l'action de l'eau thermique chaude pouvait expliquer son utilité dans l'indication cardio-artérielle, en particulier dans les études réalisées à Bains-les-Bains . Il nous reste à préciser sa place dans le domaine rhumatologique .

Le premier mécanisme à signaler, dans le cadre d'une application externe de l'eau, est un "enveloppement permanent" . L'augmentation de la pression hydrostatique consécutive à la poussée d'Archimède est à l'origine de stimuli extéroceptifs cutanés . Ces stimuli participent à une meilleure appréciation de la position des membres . De même, la résistance hydrodynamique qui augmente avec la vitesse du mouvement ou par certains artifices comme les jets d'eau sous-marins, valorise les informations extéro et proprioceptives .

L'immersion rend cependant les ajustements posturaux plus difficiles, avec un allongement des temps de réaction [39], ce qui stimule les systèmes proprioceptifs et vestibulaires et constitue une rééducation et une gymnastique de l'équilibration [98], qui trouve une application par exemple chez les patients sénescents, pour prévenir les chutes ...

L'ensemble de ces éléments favorise du reste une meilleure appréciation du schéma corporel, très utile dans les atteintes neurologiques . Les bains qui de plus sont chauds ont une triple action : action sédative générale (détente, bien-être), relâchement musculaire, et élévation du seuil de la douleur (action antalgique).[20].

L'immersion facilite certains mouvements du fait de la diminution considérable de la gravité, ce qui permet la rééducation fonctionnelle plus précoce et plus facile des mouvements des membres ou des différents segments du rachis .[17].

Dans le cadre du traitement thermal de l'algodystrophie, l'étude de la pathogénie de cette affection douloureuse révèle l'élément primordial : un dérèglement sympathique régional avec une perturbation prolongée de la microcirculation . Il existe des troubles érythrocyanotiques, associés à une vasodilatation capillaire avec exsudation plasmatique, tant au niveau des espaces médullaires (avec éventuelles ostéoblastose ou ostéoclastose), qu'au niveau péri-articulaire avec un oedème de stase, principal agent nociceptif, pouvant alimenter l'arc réflexe sympathique .[24]. Le traitement thermal vient en complément du traitement médicamenteux (calcitonine injectable) et rééducatif (par kiné-balnéothérapie par exemple) avec mise en décharge . La crénothérapie permet alors de lutter contre l'oedème et les troubles érythrocyanotiques, en plus de l'action décontracturante antalgique . Ce trépied thérapeutique semble diminuer les échecs du traitement médical isolé, et surtout agir plus rapidement sur la douleur, les troubles trophiques et la limitation des amplitudes articulaires (résultats d'une analyse réalisée sur 100 dossiers de patients souffrant d'algodystrophie post-traumatique, cas de loin le plus fréquent [7]) . Les techniques thermales sont bénéfiques, proposées dès le début des manifestations algodystrophiques, en particulier dans les traumatismes bénins, sur terrain neurotonique, ou lorsque le syndrome neurodystrophique apparaît au décours de la rééducation . Elles permettent d'éviter une prise en charge coûteuse en centre de rééducation fonctionnelle, non justifiée au début de la maladie .

L'action du traitement thermal externe standard semble aussi avoir un effet bénéfique sur le métabolisme osseux, dans le sens d'une augmentation de la formation osseuse . C'est ce qui ressort d'une étude longitudinale prospective contrôlée (mais non randomisée) sur 102 patients souffrant de pathologie ostéoarticulaire dégénérative du rachis, de la hanche et/ou du genou, avec des contrôles biologiques et de densitométrie osseuse avant, juste après et à quatre semaines d'une cure thermale à Bourbonne-les-Bains .[127]. Les résultats ne décèlent de différences significatives que pour l'ostéocalcine sérique, marqueur de la formation osseuse, et pour le coefficient d'atténuation du site calcanéen en mesure dynamique ultrasonore (augmentation de 4 % après la cure) . L'analyse statistique en composante multivariée montre que ces effets sont indépendants de l'âge, du sexe, de la ration calcique journalière et de l'activité physique . Cependant en l'absence de tirage au sort avec groupe témoin, ces données doivent être considérées comme une étude préliminaire qui nécessite confirmation . Elles vont néanmoins dans le même sens que l'étude de Picard et Allary, qui observent une action régulatrice de la cure thermale sur le métabolisme phosphocalcique .[101].

Dans certaines affections rhumatologiques, après mise en oeuvre de diverses techniques thermales telles que bains, douches, vapeurs, applications locales de boue, des auteurs ont constaté des effets régulateurs sur les paramètres immunologiques, avec diminution des IgA, des IgG [121], et des IgM [84], (mais les effets semblent être inverses avec augmentation des immunoglobulines [43] dans le cas des bains d'eau minérale riche en radon), et sur le métabolisme protéique, avec diminution de la VS et de l'haptoglobine .[96].

Principales réponses physiologiques et physiques en eau thermique chaude

Nous reproduisons ici très largement la recherche effectuée et communiquée par le professeur Solassol [123] dans la mesure où elle n'a pas été publiée .

Chez l'homme, l'homéothermie, propriété de maintenir sa température interne à un niveau presque constant, est le résultat de processus de régulation puissants et complexes, qui mettent en jeu des contrôles cardio-vasculaires, hormonaux et neurologiques . Dans le domaine des températures supra-physiologiques non léthales couramment utilisées dans le thermalisme (piscine chaude, bain de vapeur, fangothérapie, douche, etc.), les mécanismes régulateurs mis en oeuvre par l'organisme procèdent d'une adaptation à l'exposition à des environnements chauds . De façon très largement prédominante, c'est grâce aux modifications circulatoires que peuvent s'établir ces variations régulatrices de la température cutanée, et certaines peuvent être utilisées dans des visées thérapeutiques . D'autres effets, thermorégulateurs ou non, sont liés à l'action directe de la température cutanée en tant que stimulus nerveux et agent physique susceptible de modifier les comportements de certains biosystèmes, que l'on peut également utiliser dans un but thérapeutique .

a Effets circulatoires

Les mécanismes de contrôle et de régulation de la circulation et ses réactions aux stimuli thermiques et mécaniques sont assez bien connus et répertoriés . Ces processus mettent en jeu des phénomènes souvent réflexes, neurologiques et humoraux, à la fois locaux et généraux (thermorécepteurs superficiels et profonds, réflexes d'axone, réflexes segmentaires et intersegmentaires, centres vasomoteurs hypothalamiques, bulbaires, médullaires, hormones thyroïdiennes, surrénaliennes, etc.), expliquant que les conséquences de modifications thermiques superficielles, même localisées, puissent entraîner non seulement des effets cutanés locaux et distaux, mais aussi viscéraux et cardio-vasculaires généraux .

a-1 Conséquences sur le débit sanguin cutané .

L'application de chaleur au niveau d'une surface cutanée limitée entraîne une augmentation du débit cutané local . Il en résulte une diminution du gradient de température superficiel tant que la température cutanée reste inférieure à la température centrale, ou une redistribution du surcroît de chaleur à d'autres parties du corps dans le cas contraire . Cette augmentation du débit croît en fonction de la température ambiante .

On observe des augmentations du débit sanguin au niveau des surfaces cutanées éloignées de la région initialement chauffée .

a-2 Conséquences sur la température d'une articulation superficielle : le genou .

L'échauffement cutané au niveau d'un genou entraîne un échauffement de l'articulation, conséquence de la conduction thermique à partir de la surface et de l'augmentation du débit sanguin au niveau de son réseau vasculaire . Sur le plan thérapeutique, outre l'amélioration au moins transitoire de la trophicité articulaire, nous verrons que l'échauffement des structures articulaires riches en collagène en modifie de façon bénéfique les propriétés biomécaniques .

a-3 Conséquences sur le débit sanguin des masses musculaires sous-jacentes .

Lors d'un échauffement raisonnable de la surface cutanée d'un membre, il existe une augmentation du débit sanguin musculaire au niveau de ce membre, à l'exclusion d'un autre ; sur le plan thérapeutique, on peut en attendre une amélioration, au moins transitoire, de la trophicité d'un tissu musculaire hypoxique, dans la mesure, bien entendu, où l'intégrité microcirculatoire y est suffisamment préservée .

a-4 Effet sur la composition sanguine et les compartiments liquidiens de l'organisme.

Selon le modèle de Starling, dans un tissu normal, la chaleur qui entraîne une vasodilatation favorise l'oedème interstitiel . Mais cliniquement, dans le cas d'un tissu altéré (traumatisme, troubles trophiques...) il est connu qu'une chaleur modérée peut constituer au contraire un traitement pour résorber un oedème .

Pour un sujet au repos dans une ambiance chaude, en l'absence de sudation, il existe une hémodilution physiologique (inférieure à 5 %) ; mais dès l'instant où apparaît une sudation ou perspiration importantes, la conséquence est bien entendu une hémococoncentration, qui nécessite du reste un apport hydrique compensatoire . De plus, une exposition prolongée à la chaleur peut provoquer une augmentation de l'hématocrite, dont le mécanisme est discuté .

A moyen terme, l'acclimatation humaine à un environnement chaud aboutit à une réduction du travail cardio-vasculaire, qui participe à la disparition progressive de la sensation subjective initiale d'inconfort et de difficulté d'exécution des tâches physiques .

Si nous ne considérons que l'action propre de la chaleur, l'acclimatation humaine entraîne une augmentation des volumes plasmatiques et interstitiels, avec augmentation du taux d'hormone antidiurétique circulante, une diminution du débit plasmatique rénal et de la filtration glomérulaire . (Il convient donc de considérer aussi les effets inverses obtenus par l'action physique de la balnéation, par exemple, puisque les effets observés lors d'une cure sont en contradiction avec ceux attendus par action de la chaleur seule) .

b Effets de la chaleur sur le message douloureux et l'activité musculaire de base .

La diminution constatée d'une sensation douloureuse par l'application cutanée de la chaleur entre, en partie, dans le champ de la théorie du passage contrôlé des mécanismes de la douleur, ou "gate control", qui met en exergue la possibilité d'une inhibition du message nociceptif par la stimulation des fibres myélinisées de gros diamètre . Ce mécanisme est d'ailleurs utilisé avec succès dans le massage (stimulation mécanique) ou les méthodes de traitement de la douleur par électrostimulation .

L'effet myorelaxant de la chaleur sur le tonus musculaire squelettique, et surtout sur la contracture pathologique, a été bien étudié dans la poliomyélite, dans la lombalgie, et dans la polyarthrite rhumatoïde . Mais cette diminution de l'hypertonie musculaire douloureuse, qui vient rompre le "cercle vicieux" douleur-contracture, est vraie aussi sur l'hypertonie musculaire non algogène . Il semble que les variations de températures agissent par l'intermédiaire des fibres gamma constituant l'innervation motrice intrafusale musculaire, le fuseau neuro-musculaire constituant le point de départ des réflexes proprioceptifs musculaires . Le refroidissement de l'organisme augmente ainsi l'activité des fibres gamma, alors que l'échauffement de la surface cutanée (ou directement de l'hypothalamus) au contraire diminue l'activité des fibres gamma et donc l'excitabilité du faisceau neuro-musculaire .

c Effets mécaniques de la chaleur sur les structures riches en collagène .

Les structures tendino-ligamentaires péri-articulaires sont essentiellement composées de faisceaux de fibres collagènes parallèles . Or comme la plupart des polymères, les fibres de collagène sont douées de propriétés mécaniques (résistance, élasticité, viscosité, plasticité) sensibles à la température . Les études expérimentales et les études cliniques quantitatives permettent d'aboutir aux résultats suivants :

- * les propriétés mécaniques des structures riches en collagène sont modifiées dans un sens a priori favorable, si celles-ci sont portées à des températures localement supérieures à leur température habituelle, et si elles sont soumises à des contraintes modérées et prolongées plutôt qu'importantes dans des laps de temps courts ;
- * ces modifications ont pour principaux effets d'augmenter, après traitement, la longueur résiduelle et la résistance à la rupture de ces structures ;
- * ces modifications sont purement mécaniques, et agissent indépendamment d'autres effets possibles de la chaleur .

C'est ce qui explique l'intérêt thérapeutique des méthodes thermiques dans le traitement des raideurs articulaires ou péri-articulaires .

De cet ensemble de fait scientifiquement établis, on peut déjà déduire et justifier l'utilisation des eaux thermales chaudes dans le traitement des affections de l'appareil locomoteur, incluant à la fois l'action directe de la chaleur sur le corps humain et son association aux traitements physiques qui font partie intégrante de la cure .[123].

Notons que malgré l'orientation rhumatologique de cette recherche, les mécanismes répertoriés et décrits permettent aussi d'expliquer une partie des bénéfices observés en pathologie cardio-vasculaire .

Le recours à une eau chaude, avec différents modes d'utilisation, suffit-il à expliquer l'efficacité de la crénothérapie ?

La thermalité et les techniques d'application, pour essentielles qu'elles soient, ne suffisent pas à expliquer toute l'efficacité de la cure, et les différents mécanismes d'action évoqués, qui ont à l'évidence leur rôle à jouer dans l'efficacité globale de la cure, ne suffisent pourtant pas à expliquer les résultats obtenus .

Plusieurs études ont ainsi démontré la supériorité de l'eau minérale sur l'eau du robinet, y compris lorsque seule la technique de base de la balnéation est utilisée .

C'est le cas par exemple de l'essai contrôlé en double aveugle mené par l'équipe hongroise de Szucs, en 1989, à la station thermale de Puspokladany [126]; 62 patients souffrant de gonarthrose, répartis en deux groupes par tirage au sort, ont bénéficié d'un simple bain quotidien pendant 18 jours consécutifs, les uns avec l'eau thermale, les autres avec l'eau d'adduction . Les résultats montrent dès le 8ème jour une diminution de la douleur au repos, du nombre de globules blancs et de la vitesse de sédimentation, significativement plus marquée dans le groupe thermal . A 18 jours s'ajoute, en plus d'une confirmation des premiers résultats, une réduction significativement plus importante de la douleur à la mobilisation et à la pression ($p < 0,05$) . En usage externe, cette eau thermale exerce un effet antalgique et antiinflammatoire plus marqué que si l'on utilise une eau ordinaire dans les mêmes conditions .

Une autre étude, qui sera détaillée dans le chapitre relatif à la radioactivité des produits thermaux, réalise aussi un véritable double aveugle : la seule différence entre les deux groupes comparés, non sensible au curiste, est alors la présence ou l'absence de radon dans les eaux administrées .[50].

Enfin un travail récent, dans la thèse de Florence Constant, compare cette fois deux eaux thermales de Vittel contenant les mêmes minéraux (SO_4 , Na, Cl), mais de minéralisation totale différente, (faiblement minéralisée $< 500 \text{ mg/l}$ et fortement minéralisée $> 1500 \text{ mg/l}$), sur 224 patients lombalgiques chroniques répartis en deux groupes thermaux et un groupe témoin . Il permet de constater l'efficacité de la cure thermale, mais ne trouve pas de différence entre les deux eaux thermales, suggérant ainsi que l'efficacité n'est pas liée à la seule minéralisation totale de l'eau .[33].

C) l'action spécifique de l'eau de Bains-les-Bains

THERMALITE

La température d'émergence des sources de Bains-les-Bains est plus que suffisante pour le soin spécifique de la douche artéritique, (dite depuis les origines "robinet de fer", la température étant autrefois maximum à cette source) : pour la plupart des autres soins, elle doit même être atténuée comme nous l'avons vu, par mélange sur le lieu d'utilisation avec l'eau froide de la source Centdix.

Nous renvoyons au paragraphe précédent pour le détail des effets bénéfiques obtenus grâce à l'utilisation de l'eau chaude dans l'établissement thermal.

COMPOSITION CHIMIQUE

Une première remarque d'ordre général doit être soulignée. L'eau de Bains-les-Bains est oligométallique, ou dite plus justement faiblement minéralisée. Bien que les sels dissous soient en quantité supérieure à ceux que l'on trouve dans les eaux communes des sources de la région, leur résidu sec est inférieur à 500 mg/l.

La présence d'éléments rares (bore, lithium, arsenic, bromure, strontium,...) à l'état de traces de quelques dizaines ou centaines de microgrammes par litre est indiscutable, mais leur attribuer une efficacité mesurable indépendante de l'ensemble de la cure relève plus de l'acte de foi que de la démonstration scientifique [104]. Ceci est d'autant plus vrai que la plupart des eaux thermales fortement minéralisées contiennent elles aussi ce type d'éléments, à des quantités souvent supérieures. Prenons le cas du lithium, thymorégulateur puissant utilisé notamment en psychiatrie dans le traitement des troubles bipolaires, à des doses initiales de 70 mg (10 mEq) par jour en moyenne : l'eau de Bains-les-Bains en contient environ 0,390 mg/l, soit une dose de 0,1 mg en cas d'absorption journalière de 250 ml d'eau thermale. Nous nous approchons du niveau des spécialités homéopathiques correspondantes, dont l'impact peut être réel mais très difficilement évaluable. L'intérêt de l'eau de Bains-les-Bains dans ce cadre homéopathique mériterait du reste une étude plus approfondie. Le rôle antioxydant de ces composants à ces doses pourrait aussi être recherché. Les eaux franchement arsenicales de La Bourboule ont par exemple des effets enzymatiques au sein même de la cellule [37].

Nous reportons au chapitre suivant les effets complémentaires ou associés liés à la présence de corps radioactifs.

En revanche, les éléments majeurs de leur minéralisation présentent un certain intérêt : bicarbonatées, sulfatées et sodiques, avec un déséquilibre dans cette composition excluant une origine par dissolution simple de sels, car il y a un déficit en chlore d'une part, en calcium et potassium d'autre part. Enfin, environ un quart de la minéralisation est occupé par la silice sous forme colloïdale (phase solide en suspension, dont les granules sont de dimension comprise entre 0,2 et 0,002 micromètres) et non ionique, donc n'intervenant pas dans l'équilibre ionique.

La définition des eaux thermales bicarbonatées en exclut cependant les eaux de Bains : leur teneur en ions HCO_3^- est bien inférieure à la limite de 12 mEq (732 mg) par litre. De la même façon, elles ne peuvent pas entrer dans le cadre des eaux sulfatées, car la teneur en ions SO_4^{--} n'atteint pas la limite de 12 mEq (576 mg) par litre. L'ingestion d'eaux sulfatées pourrait notamment avoir une influence sur le métabolisme cartilagineux [128].

Mode d'action de la silice

L'élément le plus intéressant, et dont l'absorption par apport alimentaire dans la vie courante n'est pas si fréquente, reste sans aucun doute la silice colloïdale (SiO_2) à 110 mg/l, soit 45 mg/l de l'élément Silicium pur. Les ions silicates HSiO_3^- représentent seulement un demi-milligramme par litre, et les ions silicates SiO_3^{2-} sont absents.

Nous savons depuis plus d'un siècle que la teneur en silicium est élevée dans les tendons et les aponévroses. Son taux est élevé aussi dans l'aorte. On le retrouve plus précisément comme constituant du collagène, de l'élastine, et des glycosaminoglycanes dans lesquels il forme des combinaisons stables sous forme de silanolate. Il est aussi nécessaire à la croissance et l'ossification des os [22].

Or en 1965, Loeper [74] met en évidence une teneur très abaissée en silicium de la paroi aortique dans l'athérome du lapin comme dans l'athérosclérose humaine. Aussi cherche-t-il si l'adjonction de silicium au régime athérogène du lapin peut avoir un pouvoir inhibiteur. L'expérience est concluante, à la dose de 10 mg de silicate de soude et de mono-méthyl-trisilanol (en IV comme per os) tous les deux jours, administrés à des lapins ayant un régime hautement athérogène : le nombre d'individus développant des plaques athéromateuses sur l'endothélium aortique chute fortement comparé aux témoins. Le dosage des lipides totaux, du cholestérol et des triglycérides sanguins, montre des taux identiques chez tous les animaux : en revanche au sein de la paroi aortique, les taux de cholestérol et de triglycérides sont un peu plus faibles chez les animaux traités au silicium. L'aspect histologique, y compris en microscopie électronique, montre de façon beaucoup plus nette la protection ainsi obtenue de la paroi aortique.

D'autres auteurs confirment ces observations.

Quels mécanismes invoquer pour expliquer cette protection ?

La réponse est formulée par J. Loeper et J. Goy-Loeper [75] :

* une action du silicium qui accroît l'imperméabilité du tissu conjonctif et le ciment intercellulaire, et donc diminue la perméabilité de la région sous-endothéliale. L'épaisseur des fibres élastiques et de la limitante élastique interne est de plus augmentée sur les coupes histologiques réalisées chez les lapins ayant reçu du silicium ;

* une action sur le tissu élastique et la substance fondamentale : bien que la teneur en lipides de la paroi aortique ne soit que légèrement diminuée par le silicium, celui-ci favorise la fibrillogénèse, et les fibres élastiques sont alors conservées et même souvent épaissies, ce qui diminue leur pouvoir de captation pour les lipides. De la même façon, le silicium préserve l'intégrité de la substance fondamentale et diminue la métachromasie, (c'est dans les régions fortement métachromatiques que les lipides sont les plus abondants, formants des complexes lipoprotéines-glycosaminoglycanes).

Au total, une artère dont les structures sont saines et dont le métabolisme cellulaire est conservé, tolère et métabolise un taux plus élevé de lipides sans que ceux-ci forment des plaques athéromateuses .

Mais pour quelles raisons ?

- Premièrement, parce que sous silicium les acides gras saturés restent élevés (acide palmitique) alors que les acides gras poly-insaturés n'augmentent pas ou s'abaissent ; or dans l'athérome, au niveau artériel, les premiers baissent au contraire, et les seconds s'élèvent (acides oléique et linoléique), et ce sont les phospholipides qui en contiennent qui sont les plus sensibles à la peroxydation .

- Deuxièmement, parce qu'il y a une freination de la peroxydation lipidique précisément : le radical superoxyde O_2^- , dont nous avons déjà parlé et qui joue un rôle dans l'inflammation et la thrombose, se combine en particulier avec les phospholipides membranaires, pour créer des lésions cellulaires et extra-cellulaires . Ce processus de lipido-peroxydation aboutit à la formation de malonaldéhyde, qui permet donc de mesurer le degré de peroxydation lipidique . Et sous silicium, son taux est significativement plus faible .[75].

- Troisièmement enfin, parce que le silicium préserve le capital enzymatique de l'artère, en particulier les hydrolases, qui sont caractéristiques des animaux résistant à l'athérome [68] : l'hydrolyse du cholestérol estérifié en cholestérol libre permettra à celui-ci de sortir de la paroi vasculaire, et d'être véhiculé sous forme de HDL jusqu'au foie . Et dans l'athérosclérose, le cholestérol estérifié augmente davantage que le cholestérol libre dans la paroi vasculaire .[122].

Les lésions athéromateuses expérimentales régressent par la poursuite du traitement par le silicium, laissant présager une action curative en plus de l'action préventive obtenue avec le silicium .

La transposition de ces observations du lapin à l'homme semble licite ; des enquêtes faites sur des populations (en Finlande et en Amérique) consommant une eau riche en silicium mettent en évidence une diminution de la mortalité coronarienne .[108].

A noter que le silicium a été utilisé dans de rares médicaments pour les maladies artérielles, et les ostéoporoses, notamment .[75]. Il est actuellement remboursé, sous forme de silice colloïdale précisément, dans le Dissolvurol, où il est utilisé comme modificateur de terrain, en particulier au cours d'affections rhumatismales inflammatoires . (Il est présent aussi dans certains topiques digestifs).

Notons pour finir les 6,9 mg/l de CO₂ libre, ce qui n'est pas négligeable mais en quantité très insuffisante pour expliquer une action vasodilatatrice similaire à celle de Royat par exemple, si nous nous référons à la conférence internationale de consensus sur le sujet [61] : la conférence de consensus de Fribourg définit en effet les conditions optimales pour obtenir une vasodilatation artérielle : concentration en CO₂ de 1400 mg/l dans le bain . Les effets du CO₂ sont une ouverture des capillaires fonctionnellement fermés, une dilatation des segments précapillaires, une augmentation du débit sanguin de la micro-circulation loco-régionale, une augmentation des contractions artériolaires rythmiques (vasomotion), une meilleure dissociation de l'oxyhémoglobine, une augmentation de la fluidité sanguine (par le biais d'une meilleure déformabilité des hématies), une modification du seuil des thermorécepteurs et un effet antiseptique plus anecdotiques . Le CO₂ diffuse mieux à travers la peau en milieu humide . Avec la France, ce sont surtout le Japon et l'Allemagne qui utilisent ces propriétés du CO₂ thermal, et les praticiens thérapeutes impliqués sont regroupés dans une société médicale internationale d'hydrocarboxythérapie .

Nous développerons enfin, dans le chapitre suivant qui leur est spécifiquement consacré, les effets de la radioactivité thermique, telle qu'elle peut être envisagée au sein des eaux de Bains, qui en contient des quantités significatives .

4. Radioactivité de l'eau thermale : avantages et risques

Nous avons précédemment cité, en insistant sur l'importance de ces études, le rôle évoqué de la radioactivité des eaux de Bains dans leur action thérapeutique . D'autres études plus récentes réalisées hors de nos frontières conduisent à des conclusions identiques, certaines [50] étant d'ailleurs considérées comme exemplaires [45][109] sur le plan méthodologique . Ces résultats apparaissent d'autant plus importants qu'ils concernent des indications rhumatologiques, qui correspondent à la nouvelle orientation de Bains-les-Bains .

A ces constats thérapeutiques sont opposés les risques liés à la radioactivité elle-même, conduisant au débat actuel au niveau des autorités de santé, qui peuvent également se trouver confrontés aux réglementations de dimensions européennes, voire internationales .

Risque lié à l'exposition au radon 222

Le radon est un gaz rare, comme le néon, le krypton ou le xénon . Il est inodore, incolore et sans saveur, et surtout ne réagit chimiquement avec aucun corps . Il est radioactif, et il en existe trois isotopes naturels .

Le radon 222 est l'isotope qui nous intéresse le plus, car sa période, c'est-à-dire sa demi-vie, qui rend compte de la vitesse de décroissance de la radioactivité, est de 3,8 jours : ses autres isotopes se désintègrent beaucoup trop rapidement, avec des périodes de 4 secondes pour le radon 219 et 55 secondes pour le radon 220 . Ainsi, et bien qu'il soit présent en faible quantité, c'est le seul qui puisse avoir une distribution dans l'atmosphère assez large pour expliquer des interactions avec la santé humaine par la voie respiratoire .[18].

Le principal risque de l'exposition serait en effet respiratoire, avec comme axe de recherche la responsabilité du radon dans la survenue de certains cancers bronchiques . Les dégâts occasionnés sur l'épithélium bronchique seraient alors le fait, non pas du radon directement, mais des deux descendants alpha-émetteurs du radon 222, le polonium 218 et le polonium 214 qui sont des corps solides . L'ingestion est un autre axe de recherche pour l'effets des éléments alpha-émetteurs .

Les autres éléments de la chaîne de transformation sont moins susceptibles de poser problème : le bismuth 214 et le plomb 214 ne sont pas des émetteurs alpha mais gamma, rayonnement qui ne s'accumule pas dans l'organisme . Pour rendre compte du risque moindre ont été définis des "facteurs de pondération", utilisés internationalement : celui du rayonnement gamma est de 1, contre 20 pour le rayonnement alpha .[19]. Quant au rayonnement bêta, son émission semble trop faible pour acquérir un pouvoir de nuisance .

Au total, les particules alpha sont celles qui possèdent le plus grand effet biologique (Relative Biologic Effectiveness ou RBE) .

Mais jusqu'où ce noyau d'hélium peut-il agir lorsqu'il rencontre la matière, et en particulier le corps humain ?

C'est pour répondre à cette question qu'ont été définis le pouvoir d'arrêt des différents tissus, et le parcours moyen de la particule alpha .

Pour la peau par exemple, comme pour la plupart des tissus composés en majorité d'eau, la zone traversée par le noyau d'hélium avant son arrêt est de l'ordre de quelques dizaines de microns : cela dépend du niveau énergétique de l'émission . Les descendants du radon qui nous intéressent, le polonium 218 et le polonium 214, émettent leur particule alpha à des énergies de 6 et 7,7 MeV (méga électronvolt), et les épaisseurs traversées sont de 48 et 71 microns . Ce trajet est linéaire, quelquefois dévié, mais sur une coupe histologique de l'épithélium bronchopulmonaire il permet de traverser les cellules épithéliales et d'atteindre la couche basale par exemple . On parle alors de L.E.T. (transfert linéaire d'énergie), qui selon la dose délivrée est suspecté, schématiquement, de pouvoir détruire un allèle dominant permettant alors l'expression d'un gène oncogène .

Ce mécanisme n'est pas spécifique à la radioactivité, c'est celui suspecté des irritants, notamment chimiques, qui seraient impliqués dans l'oncogénèse .

Pourtant, il faut bien comprendre que l'exposition au radon est universelle : depuis ses origines, l'homme est exposé à des sources naturelles de rayonnement [3]. L' U.N.S.C.E.A.R. (comité scientifique des nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants) , estime que le radon représente 53 % de l'exposition naturelle des individus à la radioactivité . Si on y ajoute les expositions artificielles, on descend à 37 % pour la part du radon, la moyenne des expositions totales représentant 1 à 2 milliGray par an .(Figure 16). En France, une campagne de mesures réalisée par le Commissariat à l'Energie Atomique dans 2500 maisons sur 35 départements révèle que 5% de la population est exposée à plus de 200 Bq/m3 et 1,5%, (soit peut-être un million de français), à plus de 400 Bq/m3 .

D'une façon générale, le niveau d'exposition annuel maximum qu'il est recommandé de respecter est de l'ordre de 20 milliSievert par an .[124].

L'hypothèse émise par Evan et Goodman d'un lien entre cancer bronchopulmonaire et exposition au radon remonte à 1940 . La première étude française d'envergure à mettre en évidence ce lien a été publiée en décembre 1985, dans un contexte professionnel minier . Or les expositions dans les mines d'uranium par exemple dépassent 10.000 Bq/m3, (et parfois 100.000 Bq/m3, dans des mines allemandes et yougoslaves notamment) . Paracelse au XVIème siècle parlait déjà d'une maladie inconnue, "mala metallorum", dont pouvaient mourir les mineurs de la région du Scheenberg . Dans ce contexte particulier en effet, et à ces doses, l'incidence des cancers dans des cohortes de mineurs est augmentée de façon significative .

Ces études, associées à des expérimentations animales, ont conduit l'OMS à désigner en 1987 le radon comme facteur cancérigène pour le poumon, derrière le tabac bien évidemment .[130].

Mais le type d'études nécessaires pour analyser et modéliser l'effet des faibles doses, celles rencontrées par exemple dans les maisons, dans les lieux publics, et ce qui nous intéresse ici dans les établissements thermaux, est évidemment bien différent de ce dont nous disposons dans le cadre minier . A. Rannou précise que l'extrapolation des risques calculés à partir des données de mineurs est hasardeuse et qu'il est préférable d'estimer le risque dans le cadre d'une vaste enquête cas-témoin . [111]. En mars 1994, le professeur M. Tubiana affirmait lors d'un colloque à la faculté de Médecine de Limoges (mars 1994), "s'il est impossible, en l'état actuel de nos connaissances, de conclure à l'existence d'un risque négligeable, l'hypothèse inverse reste également à prouver ".

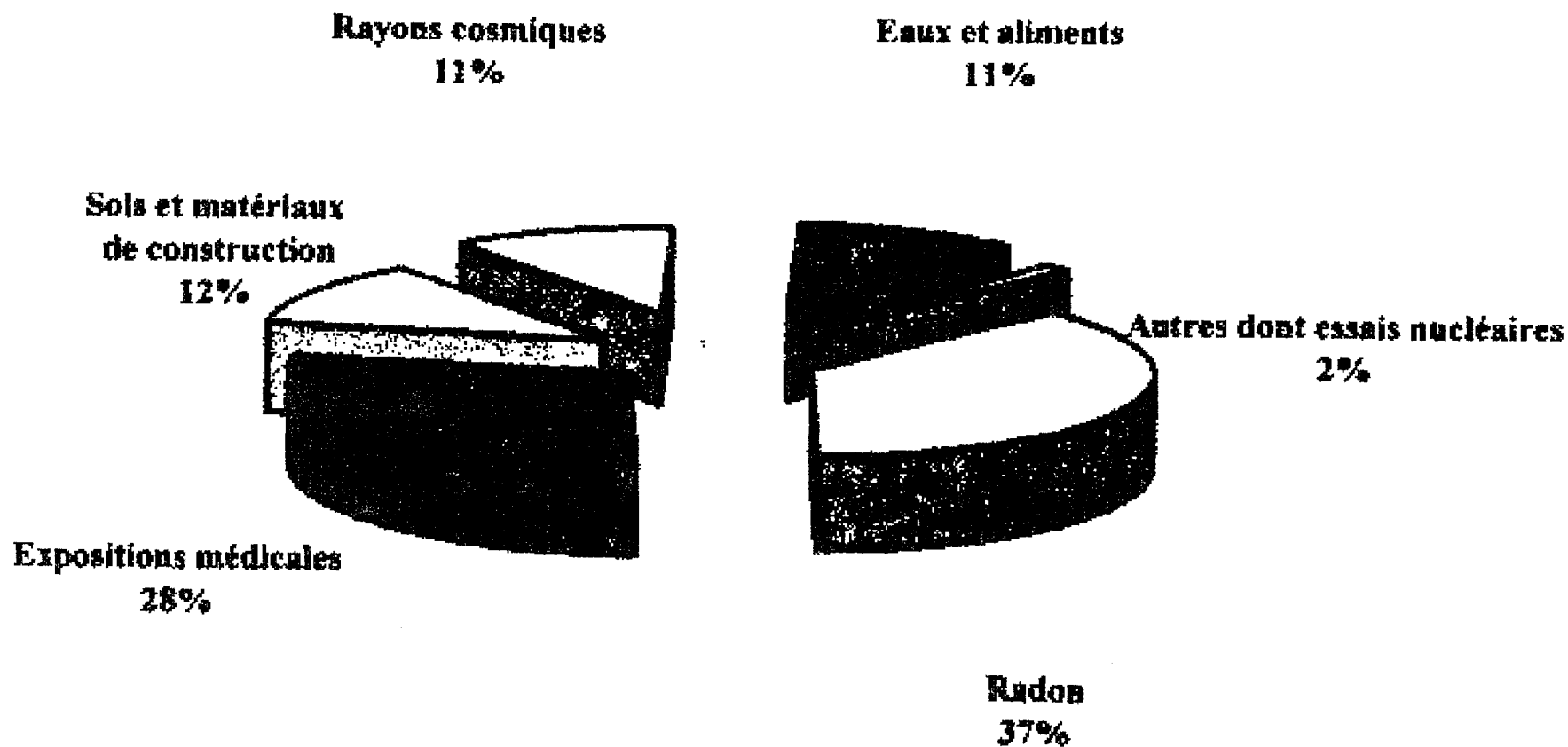


Fig. 31 : place du radon dans l'exposition aux rayonnements

L'évaluation quantitative du risque, permettant d'avoir un outil de gestion de ce risque, est essentielle : nous pouvons la désigner sous le terme de "relation dose-effet" .

Les seuils d'exposition qui ne nécessitent aucune précaution particulière seraient ceux indiqués depuis 1985 : pour les constructions existantes, c'est 400 Bq/m³ .[135].

Très concrètement, la circulaire de la DGS et DGUHC du 27 janvier 1999 n° 99/46 indique les seuils de concentration du radon dans l'air à respecter dans les établissements recevant du public :

- * en dessous de 400 Bq/m³, aucune action de correction n'est nécessaire,
- * entre 400 et 1000 Bq/m³, des actions de correction simple sont indiquées,
- * au delà de 1000 Bq/m³, des actions spécifiques sont nécessaires .

Le décret du 31 mars 2003 est la traduction en droit français des dernières dispositions décidées au niveau européen (directive 96/29/Euratom) . Ce décret n'est pas encore effectif, car les arrêtés ministériels d'application n'ont pas été publiés : les conditions précises des mesures à effectuer restent notamment à définir .

Qu'en est-il dans les études dont nous disposons ?

Plusieurs études ont été menées de manière rigoureuse, et si nous excluons celles réalisées dans le domaine spécifiquement minier, certaines se sont intéressées au risque du radon domestique .

En effet, dans les régions riches en granite en particulier, la concentration en radon dans les habitations peut atteindre les seuils précités, et même les dépasser lorsqu'une bonne ventilation n'est pas assurée .

Le tableau ci-joint résume une revue bibliographique [131] des études cas-témoin sur la recherche d'un lien entre le cancer bronchique et le radon domestique . (Figure 17).

Nous constatons l'hétérogénéité des résultats : trois études retrouvent une augmentation significative du risque, et trois ne retrouvent pas d'association entre radon et cancer du poumon .

Mais si nous détaillons l'étude Pershagen de 1994, [99], qui porte sur plus de 3000 patients suédois exposés au risque dans des proportions similaires aux plateaux granitiques français, les conclusions sont nettes : le risque radon n'existe semble-t-il qu'à travers le tabac, par un effet potentialisateur . Autrement dit, G.Pershagen arrive à la conclusion suivante : le risque de cancer en présence de doses de radon considérées comme fortes dans le cadre domestique n'est pas augmenté chez les non-fumeurs .(Figure 18).

**Principales études cas-témoins publiées étudiant le risque de cancer du poumon
lié à l'inhalation de radon dans les maisons.**

Auteur (lieu)	Sujets inclus	Durée de la mesure de l'exposition	Résultats
Axelsson et al. 1988 (Suède)	177 cas 677 témoins	En fonction du type d'habitat et de la géologie pour certaines maisons : 2 mois	Après ajustement sur le tabagisme, augmentation du risque en fonction de l'exposition dans les régions rurales, mais pas chez les citadins
Schoenberg et al., 1990 (New Jersey, USA)	433 cas (femmes) 402 témoins	1 an	Augmentation significative du risque après ajustement sur tabac, âge et profession
Blot et al. 1990 (Shenyang, Chine)	308 cas (femmes) 356 témoins	1 an	Pas d'association entre radon et risque de cancer du poumon avec ou sans ajustement sur le tabac
Ruosteenoja et al. 1991 (Finlande)	291 cas (hommes) 495 témoins (région rurale)	2 mois	Pas d'association significative après ajustement sur le tabagisme
Pershagen et al. 1992 (Stockholm, Suède)	210 cas (femmes) 202 témoins (population) 291 témoins (hôpital)	1 an	Tendance significative après ajustement sur le tabagisme
Létourneau et al. 1993 (Winnipeg, Canada)	750 cas 750 témoins (population)	2 à 6 mois	Pas d'association entre radon et cancer du poumon
Pershagen et al. 1994 (Suède)	586 cas (femmes) 1380 témoins 744 cas (hommes) 1467 témoins	3 mois (en hiver)	Augmentation du risque relatif en fonction de l'exposition

Tableau extrait de "Exposition au radon et risque de cancer." Tirmarche M. *Radioprotection* 1994;29:101-114.

	- 50	50 / 80	80 / 140	140 / 400	+ 400	Bq/m3
Non fumeur	1.0	1.1	1.0	1.5	1.2	NS
Ancien fumeur	2.6	2.4	3.2	4.5	1.1	DS
- 10 cig./j	6.2	6.0	6.1	7.3	25.1	DS
+ 10 cig./j	12.6	11.6	11.8	15.0	32.5	DS

Le constat semble identique dans l'étude menée dans le Limousin entre 1994 et 1997 (étude multicentrique européenne "Cancer bronchopulmonaire et exposition radique").[118]. Premièrement, il faut noter la concentration moyenne en radon dans chaque habitation : elle est en moyenne de 218,9 Bq/m³, mais certaines habitations sont à plus de 800 Bq/m³ en moyenne journalière, avec des pics avoisinant les 1000 Bq/m³. Il existe un écart net entre les malades et les témoins sur le nombre de cigarettes consommées quotidiennement : 24 par jour pour les malades contre 17 pour les témoins ($p = 0,004$). Dans le détail, (Figure 19), on remarque la proportion plus importante de gros fumeurs parmi les malades, et le nombre très faible de cas parmi les non-fumeurs, ($p = 0,0001$).

Ce qui signifie qu'une personne qui ne fume pas, même exposée au radon, n'a pas de risque accru de développer un cancer bronchopulmonaire.

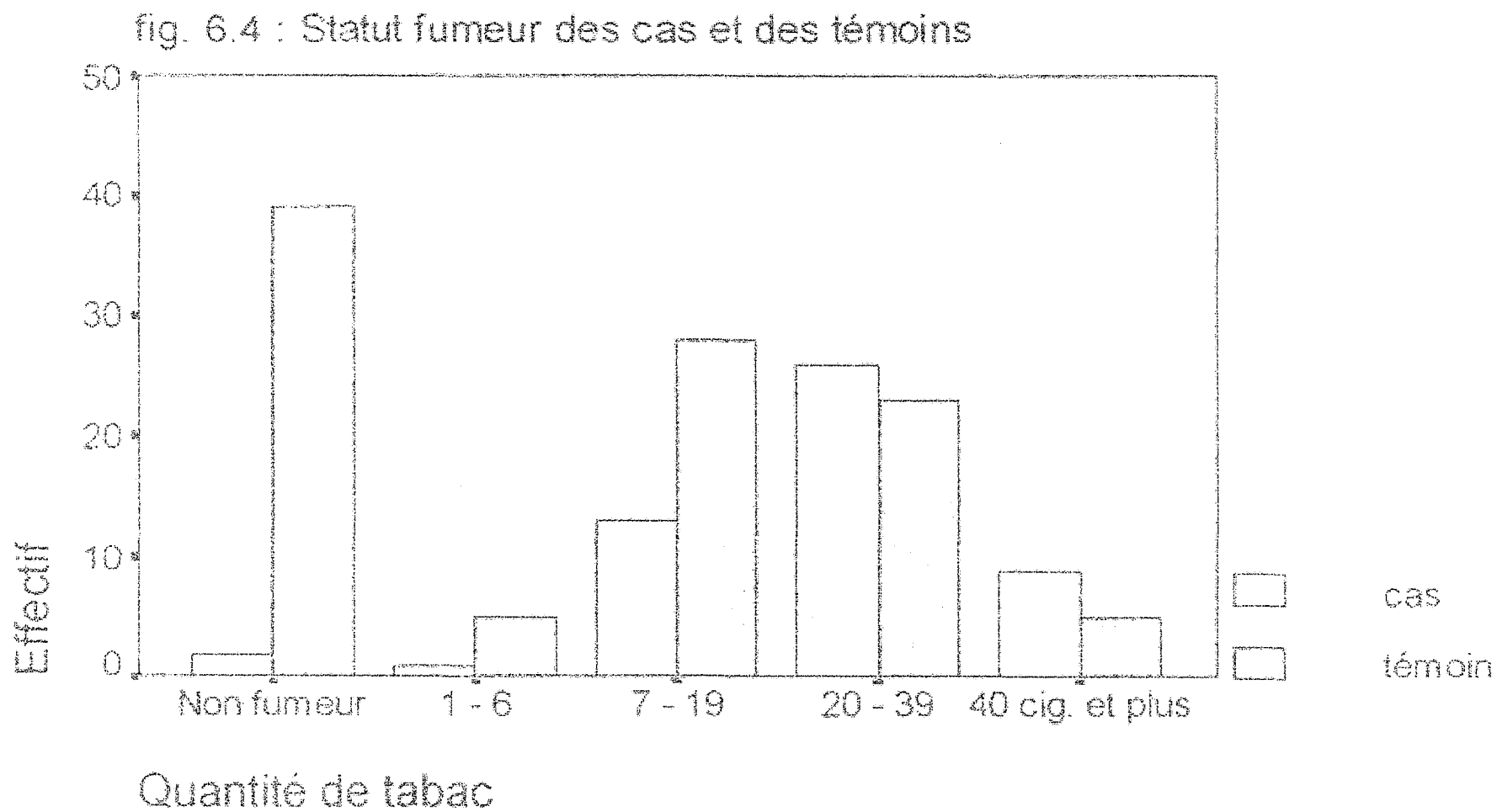
Chez le fumeur cependant, l'exposition au radon, dépassé un certain seuil, semble augmenter le risque de cancer bronchique de manière significative. La prévention qu'il faut développer en priorité est ainsi celle du tabac, et la potentialisation de sa nocivité par le radon, qui n'est sans doute qu'apparente comme nous le verrons plus loin, devrait surtout convaincre les fumeurs d'arrêter leur consommation.

Notons que, en matière d'exposition domestique, chaque pays s'est doté de normes particulières qui peuvent être assez variables, et en conséquence dont les fondements scientifiques peuvent être discutés. Certains, comme les pays anglo-saxons et les pays scandinaves, semblent avoir surtout considéré le principe de précaution, probablement jusqu'à l'excès : l'exemple américain a été responsable d'un état de panique avec vente massive d'habitations susceptibles de renfermer du radon...

Ces pays préconisent des interventions sur l'habitat dès le seuil de 100 Bq/m³ (Nordic Radiation Protection Institute), ou 150 Bq/m³ (Environmental Protection Agency à Washington) : ce dernier distingue cependant quatre niveaux, et recommande une action dans les mois suivants entre 750 et 7500 Bq/m³, et une action dans les semaines suivantes au delà de 7500 Bq/m³. [44].

Certains de nos proches voisins définissent des normes non contraignantes, indiquant des limites qui semblent ne pas devoir être dépassées pour une exposition quotidienne : la Belgique a ainsi instauré un seuil d'insalubrité à partir de 1500 Bq/m³ dans les habitations.

Il faut remarquer que dans tous les cas, ces doses sont réellement infimes en comparaison des certitudes concernant les risques (risque minier et risque après les explosions atomiques).



En comparaison, qu'en est-il de l'exposition des curistes de Bains-les-Bains ?

Hormis le fait que cette exposition au radon, (cutanée d'abord, digestive et respiratoire ensuite), est recherchée pour sa valeur curative comme nous le verrons plus loin, il faut considérer le temps dérisoire d'exposition par rapport à celui du radon domestique . Le curiste ne se trouve dans l'établissement thermal, au maximum, que quelques heures par jour pendant le plus souvent 18 jours par an, alors que les études précitées concernent une exposition quotidienne, à longueur d'années, et notamment durant le sommeil . Même le personnel passe bien moins de temps dans l'établissement que dans le cadre d'une exposition domestique .

Le niveau d'exposition est aujourd'hui difficile à évaluer, par l'absence de normes précises pour les conditions de mesure, mais aussi par la multiplicité des lieux dans l'établissement . Or, on sait qu'une simple ventilation entraîne une chute immédiate et durable de la concentration de l'air en radon, puisqu'il faut plusieurs heures à un air confiné pour retrouver son niveau initial de concentration . Sur le graphique référencé, l'expérience a été menée avec des concentrations qui pourraient se rencontrer dans certains endroits d'une station thermale .(Figure 20).

Cependant, des contrôles de niveau d'exposition déjà effectués par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) dans l'une ou l'autre station permettent d'en avoir une idée .

Les activités volumiques du radon mesurées dans les eaux thermales françaises et étrangères s'échelonnent de la centaine à plusieurs dizaines de milliers de becquerels par litre d'eau. De part l'utilisation qui en est faite lors des soins thérapeutiques, le radon dissous dans l'eau thermale se retrouve par dégazage dans l'atmosphère intérieure des différents locaux des stations thermales. Selon le type de soins pratiqués, l'activité volumique de radon dans l'air est très variable ; elle est tributaire de deux facteurs, l'alimentation en eau thermale et donc en radon, et la ventilation des différents locaux. Dans des conditions de ventilation défavorables ou inexistantes, elle est de l'ordre de plusieurs milliers de Becquerel par mètre cube d'air dans les salles d'hydrothérapie et peut atteindre la centaine de milliers de becquerels par mètre cube d'air dans certaines grottes thermales . Sur ces bases, des évaluations dosimétriques réalisées sur les différentes catégories de personnels des stations ainsi que sur les curistes montrent que l'exposition des travailleurs serait de l'ordre de la dizaine ou de quelques dizaines de millisieverts (mSv) par an, tandis que celle des curistes serait inférieure à deux millisieverts par an .[3]. Ces chiffres correspondent à peu près aux niveaux relevés dans les mêmes conditions à l'étranger .

Rappelons que la dose annuelle d'exposition maximale qu'il est recommandée de respecter est de 20 mSv/an, ce qui représente une très faible exposition ; dans une étude récente d'évaluation des expositions du personnel thermal, comparative entre plusieurs stations espagnoles, il ressort que selon les lieux, la dose effective pour les travailleurs varierait de 44 mSv/an au maximum à seulement 1 mSv/an dans certains endroits .

Mais à Bains-les-Bains, il existe un système de ventilation et de climatisation récent et perfectionné ; les niveaux d'exposition seront sans aucun doute, de ce fait, très inférieurs aux limites à respecter pour les curistes, et aussi pour le personnel, tout en restant à des seuils utiles sur le plan thérapeutique .

Exposition domestique au radon

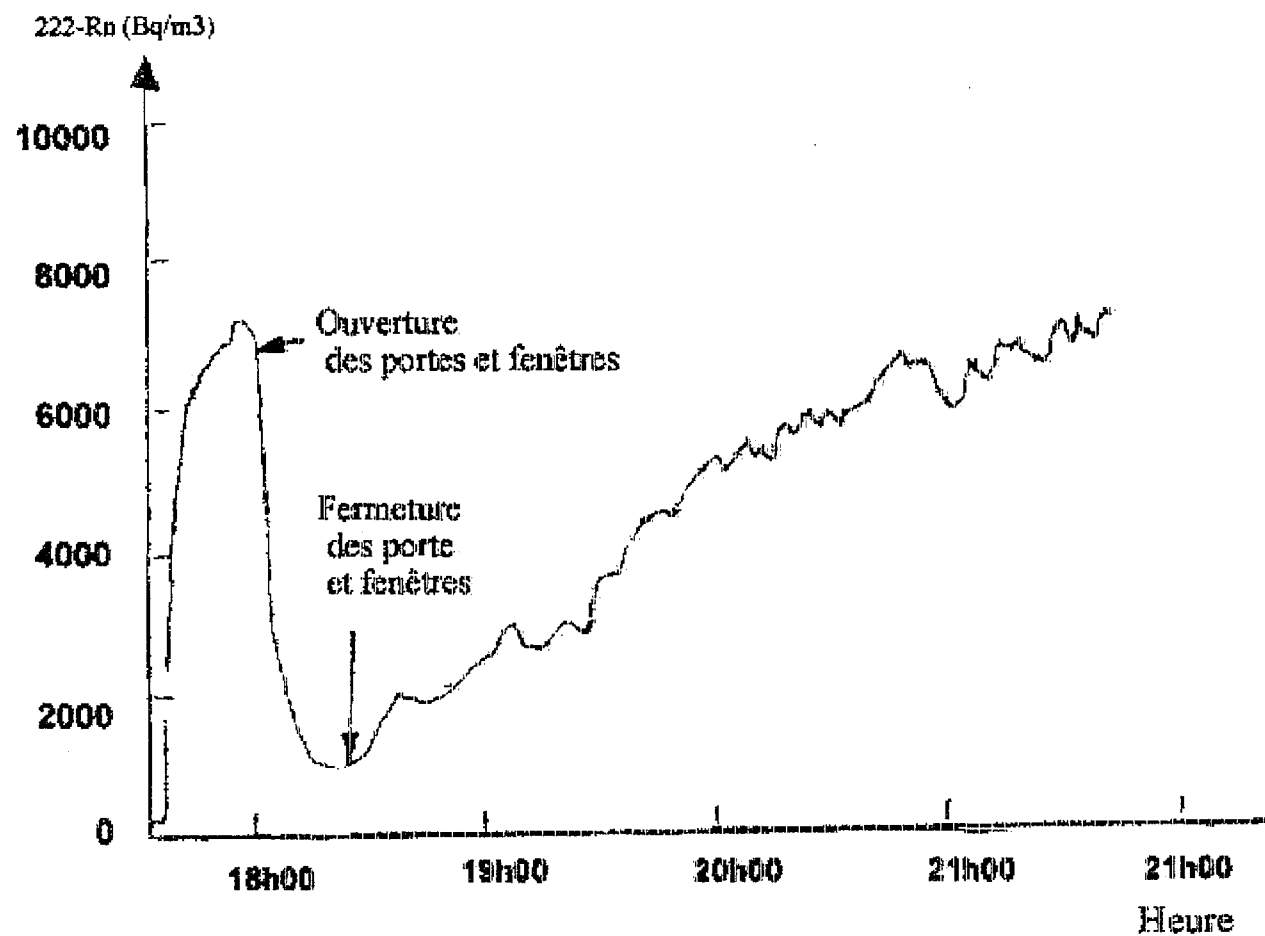


FIGURE 20

Le problème peut également être abordé sous un angle différent, en s'interrogeant sur la logique des raisonnements précédemment exprimés .

En effet, ce que semble d'abord montrer les études sur le radon domestique, et qui n'est jamais mentionné, c'est qu'il existe un biais important, non pas tant méthodologique que logique : à vouloir incriminer le radon domestique dans la cancérogénèse bronchique, il ne faut pas oublier que la simple logique ne permet pas de vérifier une hypothèse en ne vérifiant que ses implications, puisque même d'une hypothèse fausse je peux tirer des implications vraies .

Or ici, le radon semble être d'abord un marqueur de la qualité de l'aération ou de la ventilation des logements... C'est ce qui ressort du graphique précédent . Seuls les logements mal aérés peuvent avoir des concentrations légèrement élevées en radon, en l'absence d'une source puissante de radon . Et seuls les fumeurs semblent être doublement affectés par le paramètre radon, puisque les non-fumeurs n'ont pas de risque augmenté en présence des concentrations les plus élevées . (voir figures précédentes).

Doit-on simplement en déduire que le fumeur qui n'aère pas son logement multiplie les risques de développer un cancer bronchique ? Il s'intoxique doublement et en continu avec sa propre fumée, et il pourrait s'y ajouter d'autres facteurs irritants bronchiques liés à la mauvaise ventilation (poussières, gaz,...). Le radon peut alors être l'un de ces irritants, mais en quantité de toute façon très faible en regard des irritants issus du tabac, ou bien n'être qu'un marqueur de la mauvaise aération . Nous savons que même les non-fumeurs, en présence prolongée d'une atmosphère polluée par le tabac, multiplient les risques néoplasiques : ce sont les cancers développés lors du tabagisme dit "passif", qui dispose d'une importante documentation le concernant .

Ce biais, qui vient de ce que dans une même région granitique, les habitations à concentration plus élevée en radon sont les maisons mal aérées, semble suffisamment important au vu des résultats des études disponibles pour que leurs hypothèses initiales et les doses qu'elles suggèrent soient mises en doute .

Au minimum, ces études ne nous montrent rien sur la pathogénicité du radon domestique, au maximum elles nous indiqueraient plutôt que celui-ci est inoffensif aux doses relevées si on considère l'absence de conséquences chez le non-fumeur .

Ce qui ressort avec certitude, c'est le facteur tabac, aggravé en cas d'imprégnation dans l'atmosphère tabagique par le défaut d'aération du logement, dont le taux de radon est un indicateur dans les régions granitiques .

Il semble par conséquent que le risque radon puisse être nul, du moins jusqu'aux concentrations maximales relevées lors de ces études .

Notons enfin que ces études sont intransposables au radon thermal, comme nous l'avons vu plus haut ; une raison supplémentaire est que la concentration en radon vient très peu ici d'une accumulation par défaut d'aération (Bains-les-Bains possède un système de ventilation et de climatisation performant et moderne), mais d'un apport continu par l'eau et les gaz thermaux .

Nous allons voir maintenant tout le bénéfice que l'on peut attendre de la cure thermale, tant pour les indications cardio-artérielles, que pour les affections rhumatologiques avec une baisse de la consommation d'AINS, cause certaine de morbidité, et même de mortalité dans une proportion significative de cas ...

Par ailleurs, la place du radon dans les mécanismes d'action, qui explique déjà en partie les effets cardio-artériels comme nous l'avons vu dans les recherches menées à Bains-les-Bains, et aussi l'effet antalgique de la cure par exemple, est maintenant bien documentée, avec un niveau de preuve que nous allons étudier .

Action thérapeutique du Radon

Les caractéristiques de l'exposition au radon à visée thérapeutique dans le cadre thermal sont :

- * une exposition à des doses relativement faibles mais non négligeables,
 - * une exposition de courte durée,
 - * une exposition de façon répétée,
- et ce par voies cutanée, respiratoire et digestive .

Parmi les effets du radon sur l'organisme, nous pouvons supposer la diminution du tonus sympathique et une résistance accrue à l'action de l'adrénaline, mises en évidence par les expériences du professeur Santenaise . Citons ensuite les propriétés antioxydantes dont nous avons déjà souligné l'importance ; de même, la radioactivité semble être à l'origine d'une stimulation cellulaire, notamment du cycle de Krebs, résumée sous le terme de "hormesis"[79]. Elle entraîne finalement, aux doses thérapeutiques, une meilleure protection cellulaire et un meilleur fonctionnement général de l'organisme .

Pendant la cure de bain ou de boisson, on trouve trace des éléments de filiation du radon dans le corps, mais 3 heures plus tard, toute trace en a disparu dans l'organisme . Il n'y a donc aucun risque de leucémie, de tumeur maligne ou de vieillissement prématuré . Le risque pulmonaire dans ce cadre semble être indécélable, comme nous avons pu le voir . Au contraire, il y a regain durable de force . La radioactivité à doses brèves et répétées active les cellules et est employée en cure de diurèse pour accroître l'élimination urinaire, (les eaux radioactives sont le plus souvent, comme à Bains, très peu minéralisées), et la baisse de l'uricémie . Les eaux radioactives ont une action sédative et apportent un soulagement dans les affections douloureuses ainsi qu'une plus grande aptitude à obtenir un sommeil profond et calme . La baisse de la tension artérielle, la vasodilatation, l'augmentation du quotient respiratoire, sont quelques-unes des propriétés mises en évidence notamment par certains auteurs japonais .[12]. Par l'intermédiaire de l'hypophyse et des glandes endocrines, la radioactivité des eaux thermales agit sur tout l'organisme : l'excitation de l'hypophyse retentit sur les glandes génitales, surrénales, sur la thyroïde, et en conséquence sur le rein, le métabolisme de l'eau et du calcium .[49], [57].

Les publications récentes sont le fait principalement des équipes allemandes et autrichiennes, mais aussi japonaises et russes ; ces dernières malheureusement ne font souvent pas même l'objet d'un résumé en anglais, et nous ne citerons qu'en références les travaux de Loginov [76] ou Ostapov et coll. [95].

D'autres auteurs russes ont déjà comparé les bains d'eau minérale riche en radon à des bains d'eau fraîche : chez le bronchiteux chronique est observé un effet bénéfique sur l'état immunitaire avec augmentation des lisosymes, du complément et des immunoglobulines, beaucoup plus importante avec le radon [43]. Ibragimov rapporte une augmentation significative de la conductivité électrique du corps chez des patients arthrosiques traités par radon . [64].

En Allemagne, Pratzel évalue en 1993 l'efficacité, chez 42 patients souffrant d'arthrose cervicale, d'une série de 9 bains en 3 semaines soit avec l'eau minérale riche en radon, soit avec l'eau du robinet . L'étude est randomisée, en double aveugle . La différence entre les deux groupes est significative pour la diminution des cervicalgies, à 4 semaines, 2 mois et 4 mois, en faveur du groupe radon . [106].

L'efficacité du radon dans le traitement de la Polyarthrite Rhumatoïde par exemple est déjà évoquée dans la littérature . [58]. En 2000, l'équipe de Franke, de l'université de Munich, compare l'efficacité des bains contenant du radon et du CO₂ à des bains contenant du CO₂ uniquement, dans le traitement de la Polyarthrite Rhumatoïde, chez 60 patients de moins de 75 ans, répartis en deux groupes de 30 et bénéficiant d'un traitement de 4 semaines à la station thermale allemande de Bad Brambach [50] . Quatre séries de mesures sont réalisées, avant et après traitement, à 3 mois, puis à 6 mois . Les auteurs notent une amélioration significative des deux groupes pour la plupart des critères de jugement . Mais les bénéfices persistent plus longtemps dans le groupe radon, avec à six mois une amélioration toujours significative, permettant d'envisager une efficacité supérieure de la cure au radon sur le long terme . L'absence d'effets indésirables conforte aussi le principe de son innocuité .

Cette étude est randomisée et réalisée en double aveugle, et obtient des notes excellentes voire maximales avec les grilles d'évaluation du niveau scientifique (24/27 avec la grille Chalmers, 20/20 avec la grille Cochrane) [45].

La concentration du bain en radon est de 1300 Bq/l (en comparaison, la concentration de la source Féconde 2 à Bains-les-Bains avoisine les 500 Bq/l). Et pourtant, l'exposition totale reste très faible : une cure à Badgastein (Autriche) représenterait par exemple une irradiation cumulée de la peau d'environ 0,8 mSv, contre 40 mSv en moyenne pour un examen radiologique de la colonne lombo-sacrée (rayons X), et presque le double pour une tomographie . [107].

Cette efficacité serait due notamment à l'action du radon au niveau de la peau, où il activerait des processus assez semblables aux effets constatés avec les topiques stéroïdiens [105]. L'expérimentation animale a montré que le radon, lipophile, pénètre par voie cutanée, et va stimuler la sécrétion de corticoïdes [100]. Il y aurait aussi une normalisation de l'activité des cellules tueuses ("killer"), en cause dans certaines pathologies rhumatologiques [51]. La formation de radicaux libres serait modifiée par action sur les enzymes ("superoxyde dismutase") [48]. Enfin, la capacité de réparation de l'ADN des cellules serait augmentée par de faibles doses d'irradiation, pouvant expliquer l'efficacité du radon dans les maladies en lien avec une dégradation de l'ADN . [36].

Selon certains auteurs russes notamment, cités par Deetjen [36], la concentration des bains, active dans certaines indications à 10 nCi/l (370 Bq/l), ne devra pas excéder 80 nCi/l (soit 3000 Bq/l) . Rappelons qu'à Bains-les-Bains, la source Féconde 2 serait la plus riche en radon, à 13,8 nCi/l, (et ses gaz thermaux très riches à 70,2 nCi/l, ne représentant évidemment pas la concentration de l'air inspiré par les curistes) .

L'équipe japonaise de Yamaoka, Mitsunobu et leurs collaborateurs de l'Université d'Okayama, publie régulièrement les résultats de leurs travaux : une étude publiée en 2001 concerne les effets antioxydants, dont nous avons vu l'importance et l'impact dans la plupart des maladies chroniques .

Dans cette étude [136] sont comparés notamment un groupe avec traitement thermal sans radon, et un groupe avec radon (comme dans l'étude Francke citée plus haut) . Dans les deux cas, il y a une activité enzymatique antioxydante significativement augmentée, et une diminution de certains facteurs de l'artériosclérose comme le LDL-cholestérol et la peroxydation lipidique, mais ces variations sont deux fois plus fortes dans le groupe radon .

Ces découvertes sont importantes aussi pour mieux comprendre la physiopathologie de ces affections chroniques, pour lesquelles le traitement par le radon semble particulièrement indiqué ; ce sont les maladies liées au stress oxydatif (autrement dit aux radicaux libres) .

Cette même équipe a publié en 2003 une autre étude plus spécifique au traitement de la maladie asthmatique par le radon, dans laquelle est retrouvée une forte augmentation de l'activité réductrice des enzymes antioxydantes, parallèle à l'amélioration clinique objectivée par mesure du FEV1 (volume maximal expiré en 1 seconde) .

Il est intéressant aussi de noter les conditions de la cure : inhalation de radon à la concentration de 2,08 Bq/l en atmosphère humide et chaude (vapeurs à 48°C), tous les jours pendant 40 minutes .

L'action positive sur la fonction ventilatoire des patients est ainsi liée à l'augmentation de l'activité réductrice des enzymes anti-oxydantes, dont nous avons vu qu'elle est un des effets du radon .[85].

Une des stations les plus réputées pour le traitement par le radon des affections rhumatologiques, depuis le début du XXème siècle, est sans doute la station thermale autrichienne de Badgastein . L'expérience acquise autant que les études cliniques suggèrent là aussi des effets antalgiques, antiinflammatoires et stimulants de l'immunité, attachés au radon .[107].

Une équipe autrichienne a par ailleurs publié une étude concernant le traitement thermal de la spondylarthrite ankylosante : elle démontre l'efficacité du traitement combiné par la chaleur et le radon, qui permet de réduire de façon très importante certains facteurs ("respiratory burst activity from the neutrophils"), pouvant être en cause dans la physiopathologie de cette maladie .[112].

Des chercheurs de l'institut atomique des universités autrichiennes ont émis l'hypothèse selon laquelle en fonction des seuils d'exposition de la cellule aux radiations ionisantes, qui sont une agression pour elle, il pouvait y avoir un développement de mécanismes cellulaires radioprotecteurs, qui diminuent du même coup les dommages causés, notamment à l'ADN, par d'autres agents naturels (radicaux libres, chaleur, toxines chimiques, qui peuvent eux aussi détruire des allèles, permettant l'expression de gènes oncogènes) .

Cette protection cellulaire, résultat de l'exposition à de faibles quantités de radiations ionisantes, ne contredit pas et même intègre le rôle de la radioactivité dans le développement de certains cancers en cas d'exposition majeure . Cette nouvelle théorie est expliquée dans la modélisation RCM-RA (Random Coincidence Model--Radiation Adapted) .[47].

Pourrions-nous comparer dans une certaine mesure la radioactivité au rayonnement solaire ? L'exposition solaire est bénéfique, voire indispensable à une bonne santé, jusqu'à un certain seuil au delà duquel nous observons, à cours terme d'éventuelles brûlures, à long terme un vieillissement précoce de la peau et l'apparition de cancers cutanés . (Ce qui n'empêche d'ailleurs pas l'utilisation intensive des ultras-violets, par exemple, pour traiter efficacement le psoriasis .)

De la même façon, l'exposition au Radon à faibles doses au travers des techniques thermales a démontré son efficacité et ses vertus thérapeutiques, sans que soit contestée la nocivité de la radioactivité en cas de dépassement de seuils critiques en terme de concentration mais aussi de durée d'exposition .

Il convient par conséquent de ne pas être alarmés par certaines recommandations qui, aujourd'hui encore, semblent se fonder sur des preuves insuffisamment documentées pour chiffrer des seuils d'exposition curieusement bas, d'ailleurs inadaptés à l'utilisation thermique .

Ces seuils relèvent peut-être plus d'un excès dans le principe de précaution que d'une évaluation scientifique du rapport bénéfices/risques, pour laquelle tous les indices concordent à la reconnaissance de l'innocuité du thermalisme ; l'utilisation de la source naturelle d'exposition à la radioactivité que constitue l'eau thermique et ses vapeurs semble même présenter de nombreux avantages, à cet égard, comparée aux thérapeutiques alternatives le plus souvent agressives, en rhumatologie notamment, qu'elles soient chirurgicales ou médicamenteuses (AINS en première ligne) .

5. Consommation de médicaments à visée rhumatologique et cure thermique .

Nous avons cité plus haut l'enquête déjà ancienne de la CNAM, qui montrait une baisse effective de la consommation médicamenteuse suite aux cures thermales, mais qui ne concernait pas l'indication rhumatologique . Qu'en est-il dans cette indication ?

De nombreuses études confirment la diminution de la consommation d'antalgiques, de myorelaxants, et surtout d'anti-inflammatoires non stéroïdiens, ce qui constitue aussi un critère d'efficacité de la cure thermique . Citons-en quelques-unes parmi les plus récentes .

Rappelons d'abord que l'étude menée à Bains-les-Bains montre, à 3 semaines, une consommation médicamenteuse réduite de 60 % chez les curistes par rapport au groupe témoin, et que la différence reste statistiquement significative à 9 mois .[60].

Une enquête est menée en 1986 auprès de 530 curistes un an après une cure thermique à Balaruc-les-Bains, pour évaluer ses conséquences sur la consommation médicale dans le domaine rhumatologique .[110].

Chez 97,4 % des patients, l'affection qui motive la cure est l'arthrose : arthrose du rachis cervicale dans un quart des cas, et arthrose du rachis lombaire dans plus de la moitié des cas ; ces deux localisations se répartissent également dans les deux sexes, et la tranche d'âge de loin la plus représentée se situe entre 50 et 60 ans . La pelvispondylite ne représente que 2,6 % des cas .

Les médicaments consommés (et souvent associés) avant la cure sont :

- les anti-inflammatoires non stéroïdiens chez 59,5 %
- les analgésiques anti-inflammatoires (aspirine,...) chez 36 %
- les anti-inflammatoires stéroïdiens chez 7,2 %
- les analgésiques non anti-inflammatoires chez 49,5 %
- divers (sels d'or, antipaludéens, antirhumatismaux autres,...) chez 32,5 %

Sans détailler l'impact direct de la cure sur la douleur et l'état fonctionnel, les résultats sur la consommation médicamenteuse peuvent être mis en exergue :

37 % consommaient des médicaments tous les jours, ils ne sont plus que 14 % après la cure . L'évolution pour tous les curistes, y compris ceux qui prenaient des médicaments de façon intermittente en fonction des douleurs, est la suivante :

- * dans les 3 mois suivant la cure ;
 - 1,7 % prennent plus de médicaments qu'avant,
 - 24,8 % en prennent autant,
 - 61,3 % en prennent moins,
 - 12 % ne prennent plus du tout de médicaments .
- * plus de 3 mois après la cure ;
 - 4,9 % prennent plus de médicaments qu'avant,
 - 32 % en prennent autant,
 - 53,3 % en prennent moins,
 - 9,6 % ne prennent plus du tout de médicaments .

Nous retiendrons que la consommation médicamenteuse diminue de façon considérable après la cure thermique, mais aussi que la crénothérapie s'intègre de façon complémentaire dans la prise en charge médicale des rhumatisants .

L'équipe rhumatologique de l'hôpital Cochin [89] a effectué une évaluation de l'efficacité de la cure rhumatologique à Vichy, sur l'arthrose de la hanche, du genou et du rachis lombaire, avec un recrutement de 188 patients de la région parisienne, en utilisant la méthode cure immédiate versus cure différée. Six mois après la cure, on note dans le groupe thermal une amélioration en termes de douleur, de handicap fonctionnel et de qualité de vie, avec une réduction significative de la consommation d'antalgiques et d'AINS : 14 % de moins contre 12,5 % de plus. [55].

L'équipe hongroise de Konrad mène en 1992 une étude sur 158 patients, répartis en quatre groupes (bain thermal ou traction en piscine thermale ou massages sous eau thermale, et témoin) et met en évidence, même à un an, une baisse significative de la consommation d'AINS dans les trois groupes thermaux par rapport aux témoins. [67].

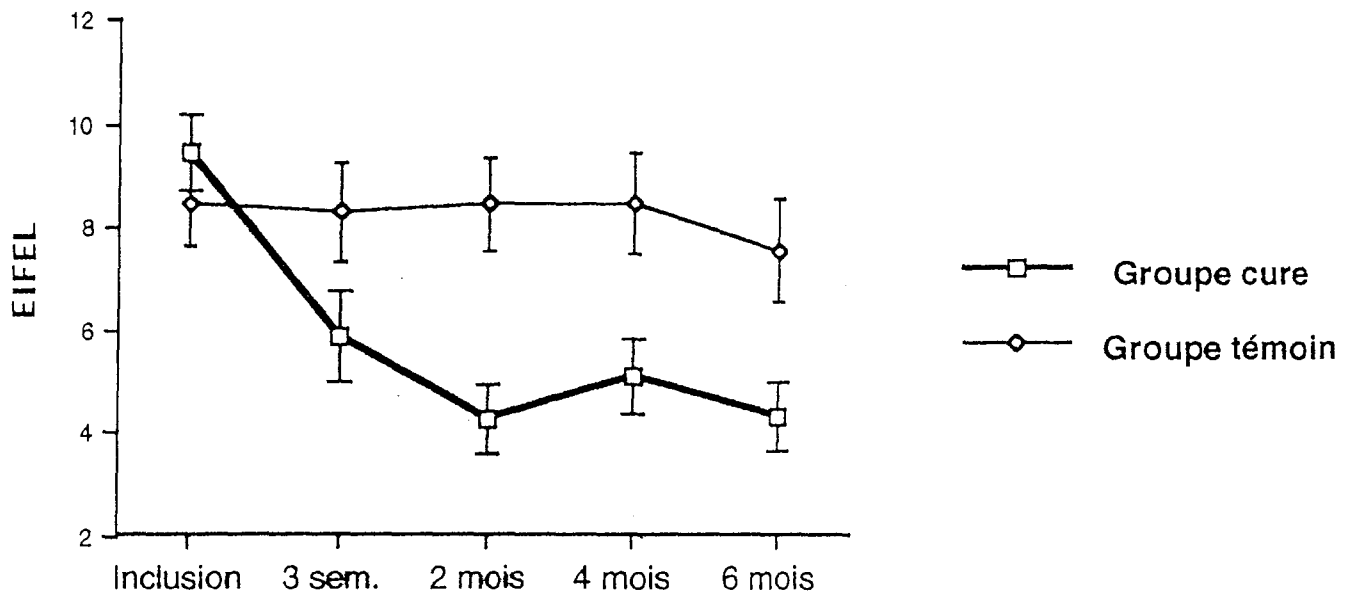
Une des études du docteur Constant [32],[31] réalisée à Vittel dans le cadre du traitement thermal des lombalgies chroniques, avec un effectif de 224 patients, toujours cure immédiate versus cure différée, met en évidence deux mois après la cure une baisse de 62 % (contre 2%) de la consommation d'antalgiques, et plus précisément une baisse de 57 % des AINS (contre une hausse de 142 %) .

Une autre étude de la même équipe de l'Institut d'Hydrologie de la Faculté de Médecine de Nancy [14], réalisée à Saint-Nectaire selon les mêmes modalités, avec un effectif de 121 patients lombalgiques chroniques, permet de mettre en évidence l'évolution suivante (Figure 21), suggérant là encore une bonne efficacité de la cure même jusqu'à 6 mois, avec une baisse significative de la consommation d'antalgiques. (L'échelle d'incapacité fonctionnelle pour l'évaluation des lombalgies, EIFEL, est donnée en annexe 5) .

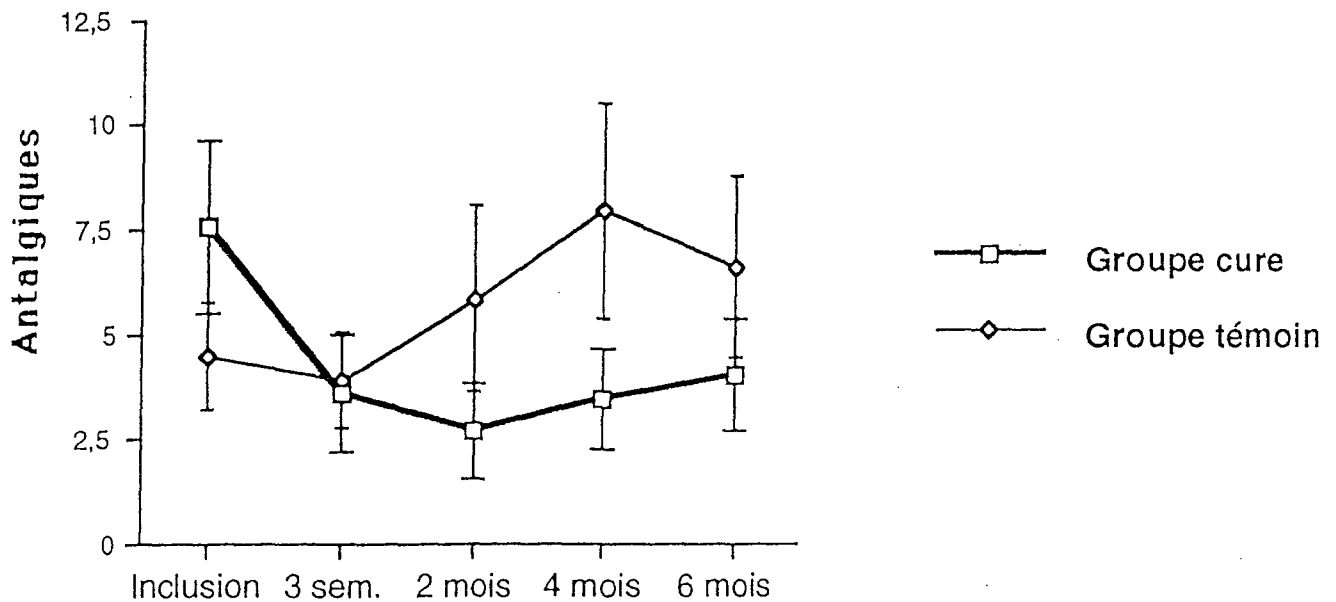
L'ANAES précise enfin, devant ce faisceau de preuves, que "le thermalisme peut être proposé dans la prise en charge du lombalgique chronique car il a un effet antalgique et contribue à restaurer la fonction (grade B)" [4].

Comme le résumant J. Thomas et F. Besançon dès 1988, *"ce qui reste immuable, c'est l'innocuité des cures thermales, en regard par exemple des anti-inflammatoires non stéroïdiens et des corticoïdes prodigués aux malades chroniques. La possibilité de réduire ou souvent de cesser certains médicaments est, elle aussi, un critère non négligeable de l'efficacité des cures thermales "*. [129].

évolution de l'incapacité fonctionnelle (EIFEL) au cours du temps



évolution de la consommation d'antalgiques au cours du temps

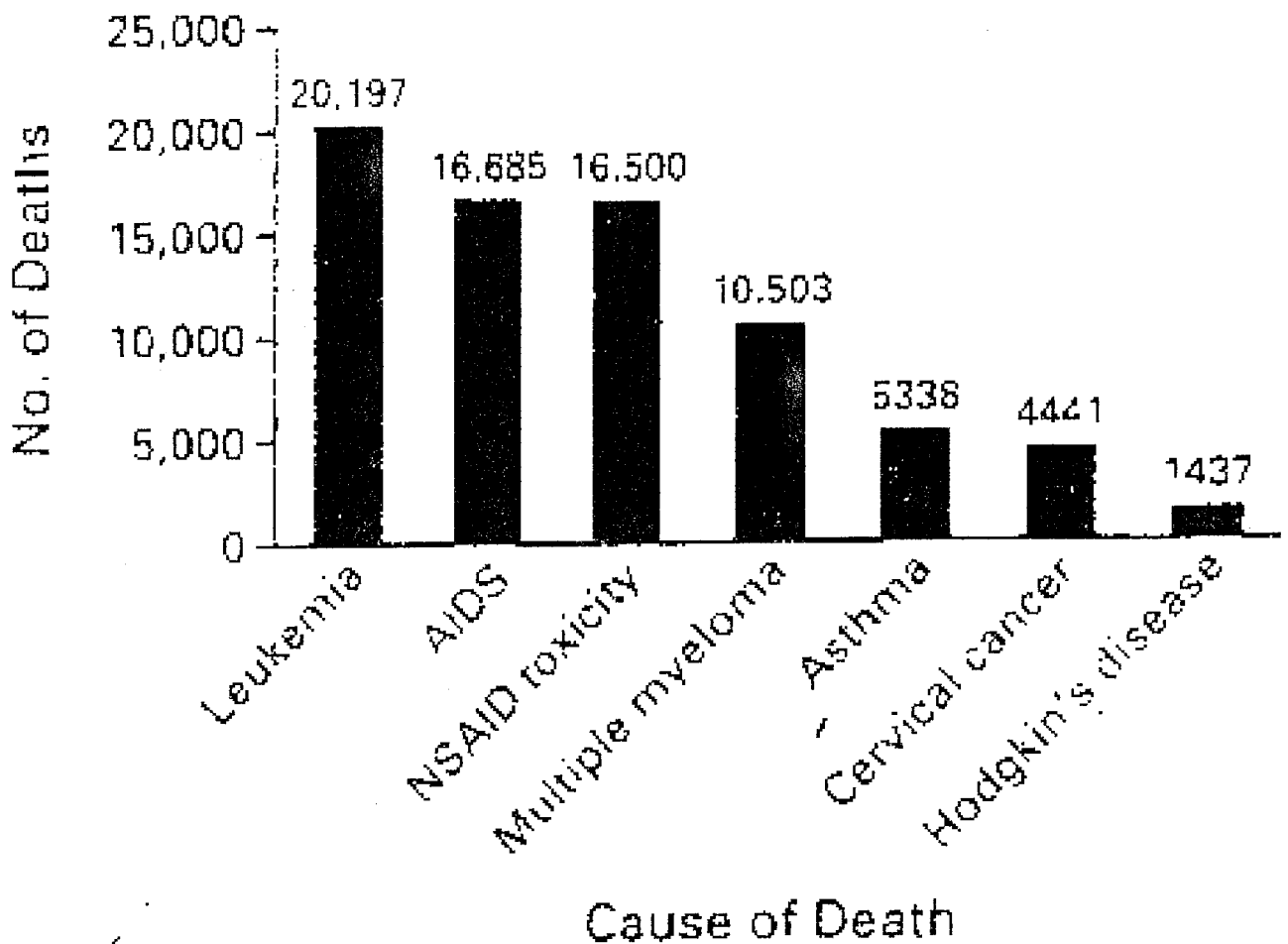


"L'épargne du risque" liée à la réduction du risque de complications digestives graves des AINS (perforations ou hémorragies digestives) est à souligner .[109]. Il existe de plus une dimension économique non négligeable, en raisons des hospitalisations coûteuses ainsi évitées, en plus du coût des traitements . Le coefficient de "surcoût iatrogène" liés aux traitements par AINS est estimé en 1992 entre 1,45 et 3 selon le type de population et la nature des troubles digestifs .[35]. En France, en 1997, la prise en charge chirurgicale d'un ulcère perforé chez une personne âgée coûte 82780 francs, et celle d'une hémorragie digestive haute sans chirurgie 20690 francs .

Mais surtout, des études de cohorte permettent d'estimer le nombre de décès liés aux complications digestives graves des AINS ; par an, en 1997, les chiffres atteignent environ 2000 en Angleterre [80], et 16500 en Amérique du Nord [134] comme nous le voyons sur le graphique suivant .(Figure 22).

Au total, non seulement l'efficacité des cures thermales en rhumatologie est largement reconnue, et la diminution de la consommation médicamenteuse en est une des conséquences les plus objectives, mais la baisse de la consommation d'AINS dans ce cadre permet de lutter efficacement contre une iatrogénie dont les dégâts ne sont hélas que trop évidents .

FIGURE 22



U.S. Mortality Data for Seven Selected Disorders in 1997.

A total of 16,500 patients with rheumatoid arthritis or osteoarthritis died from the gastrointestinal toxic effects of NSAIDs. Data are from the National Center for Health Statistics and the Arthritis, Rheumatism, and Aging Medical Information System.²²

CONCLUSION

Le renouveau de la station de Bains-les-Bains, avec un accroissement significatif de sa clientèle depuis le "creux de la vague" de 1991, est le résultat des investissements multiples et complémentaires réalisés par le nouveau gestionnaire . Parmi ces efforts, c'est en tout premier lieu qu'il faut citer l'étude évaluative conduite dès 1990 ayant permis fort justement d'ouvrir à une clientèle de patients rhumatisants les bienfaits de l'eau et des soins de l'établissement rénové .

Le niveau de preuve atteint en faveur de l'efficacité des cures thermales à Bains-les-Bains grâce à cette étude est en effet très satisfaisant .

Le bénéfice pour la santé des partients consiste en un amendement des douleurs, une amélioration fonctionnelle, une meilleure qualité de vie, et pour l'indication rhumatologique surtout une réduction de la consommation médicale . L'innocuité des cures est aussi leur grande force, que peu de thérapeutiques peuvent revendiquer .

Restent à développer les recherches pour mieux comprendre les mécanismes biologiques et physiologiques en cause, et préciser davantage la part respective des différents modes d'action de la cure ; cela est particulièrement difficile tant ce soin, pris dans sa globalité, est complexe et multifactoriel . C'est probablement du reste cet aspect de prise en charge globale, avec des actions complémentaires, qui constitue une autre force du thermalisme médical .

Nous insistons sur l'aspect de complémentarité, d'abord entre les composantes diverses d'une cure thermale, ensuite entre les différentes indications possibles, enfin entre le thermalisme lui-même et l'ensemble de la stratégie de prise en charge du patient .

A cet égard, l'articulation entre l'hôpital, le médecin généraliste ou spécialiste, et la station thermale doit permettre dans un certain nombre de cas d'éviter le recours à l'hospitalisation, ou à des traitements lourds (chirurgie rachidienne par exemple) quand l'état du patient l'autorise . Elle permet aussi une convalescence de bonne qualité, dans le domaine cardio-vasculaire comme rhumatologique .

Plus encore, si l'articulation avec les services et centres de Rééducation Fonctionnelle (pour les pathologies concernées) permet de faire bénéficier d'une cure thermale les patients avec fréquentes doléances algiques, ou dépendants de thérapeutiques médicamenteuses lourdes, ou tentés de se tourner vers des thérapeutes marginaux, cette complémentarité peut entraîner un allègement de la charge pour ces structures, en même temps qu'une solution combinée plus efficace pour le patient .

Une étude réalisée à Amélie-les-Bains [59] permet par exemple, pour une pathologie de l'épaule, de mettre en évidence le service rendu par le thermalisme; il se révèle aussi efficace qu'un centre de rééducation hospitalier pour un coût 4 à 5 fois moins élevé .

Les éléments observés et constats établis lors de notre étude, la plupart de nature positive, nous conduisent à nous interroger sur l'avenir de la station .

La finalité du thermalisme de Bains-les-Bains peut rester comme aujourd'hui l'efficacité dans le traitement de pathologies spécifiques dans les deux domaines agréés des affections rhumatologiques et cardiovasculaires, et nous pouvons entrevoir à long terme, après stabilisation de la croissance liée à cette double indication, non une marginalisation du thermalisme, mais une extension directement complémentaire; comme par exemple le développement et la reconnaissance d'une activité de kinésithérapie, de rééducation et de réadaptation (dont le remboursement serait alors assuré), ou comme une prise en charge globale et pluridisciplinaire de tous les aspects de la santé du patient, (telle que le fait dans une certaine mesure et sur un temps très court la médecine préventive).

Cette idée fait son chemin depuis longtemps dans la littérature thermique.[78].

Même si le développement, dans l'avenir, de l'aspect remise en forme et "tourisme de santé" semblera peut-être nécessaire à Bains-les-Bains pour augmenter la fréquentation et permettre un bénéfice économique indispensable, le passé et le présent nous montrent combien les bénéfices en terme de santé sont les plus précieux et les plus recherchés, de tous temps, auprès des sources thermales .

Les qualités thérapeutiques de la cure à Bains-les-Bains, dont les mécanismes sont de mieux en mieux élucidés, resteront les atouts majeurs de la station .

REFERENCES

- [1] AGISHI (Y.), HILDEBRANDT (G.) "Immediat-Langzeitwirkungen der Balneotherapie auf den Plasma-Katecholamin-Spiegel" *Z Phys Med Baln Med Klimatol*, 1985; 14: p. 310 .
- [2] AGISHI (Y.), HILDEBRANDT (G.) "Chronobiological aspects of physical therapy and cure treatment" *Noboribetsu, Hokkaido Univ School Med*, 1989; 96 p.
- [3] AMEON (R.) "Radon et thermalisme" Congrès ASFERA, 11-12 décembre 2001, Paris, France . Consulté en octobre 2003 sur le site internet <http://www.irsn.org/net-science/> .
- [4] A.N.A.E.S. "Diagnostic, prise en charge et suivi des malades atteints de lombalgie chronique" 2001 .
- [5] A.N.D.E.M. "Principes méthodologiques d'évaluation des orientations thérapeutiques d'un établissement thermal" décembre 1996 .
- [6] ARNOLD (L.A.) "Les eaux thermo-minérales de Bains-les-Bains" Thèse de médecine, Strasbourg, 1925, 23 p.
- [7] ARNOLD (C.), PARRATTE (B.) "100 algoneurodystrophies post-traumatiques prises en charge par des techniques thermale", mémoire d'Hydrol. Climatologie, Nancy, 1987 .
- [8] BAILLY (Docteur) "Des eaux thermales de Bains-en-Vosges et de leur usage dans les maladies chroniques" Paris, Ed. Victor Masson, 1852, 206 p .
- [9] BANNWARTH (B.), BOUVENOT (G.), QUENEAU (P.) "Evaluation clinique du thermalisme" dans *Médecine thermique : faits et preuves*, Abrégés Masson, 2000, p.31-35 .
- [10] BATTAGLIA (J.-M.) "Intérêt de la cure thermique de Royat dans l'artérite oblitérante des membres inférieurs" thèse de Médecine, Strasbourg, 1993, n°175, 169 p.
- [11] BAYNES (J.W.), THORPE (S.R.) "Role of oxydative stress in diabetic complications . A new perspective on an old paradigm ." *Diabetes*, 1990; 48 : p. 1-9 .
- [12] BESANÇON (F.) "Revue bibliographique à propos du radon thermal" *Presse Therm Clim*, 1990; 127(1): p. 7-13 .
- [13] BLUM (P.) "Précis pratique d'hydrologie thérapeutique" Librairie Istra, Strasbourg, 1923, 165 p.

- [14] BOULANGE (M.), CONSTANT (F.), COLLIN (J.F.), GUILLEMIN (F.) "Efficacité d'une cure thermale dans les lombalgies chroniques : essai clinique randomisé" *Presse Therm Clim*, 1997, 134 (3); 178-180 .
- [15] BOULANGE (M.) "Les vertus des cures thermales" Ed. Espaces 34, Montpellier, 1997 .
- [16] BOULANGE (M.) "Approche biologique de la thérapeutique thermale" dans *Thermalisme, hydrothérapie et psychiatrie*, Ed. Masson, 2000; p. 167-179 .
- [17] BOULANGE (M.), PERRIN (P.) "Bases physiologiques de la crénothérapie" dans *Médecine thermale : faits et preuves*, Abrégés Masson, 2000, p. 25-30 .
- [18] BRILL (A.B.), BECKER (D.V.) et al. "Radon update : facts concerning environmental radon : levels, mitigation strategies, dosimetry, effects and guidelines" *J Nucl Med* , 1994, 35 : p.368-385 .
- [19] BRISSON (N.) ingénieur de l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, communication personnelle, octobre 2004 .
- [20] BRUN (V.), FOURNAU (H.) "Réadaptation des affections neurologiques en milieu thermal" dans *Crénothérapie et réadaptation* , Ed. Masson, 1989, p.230-237 .
- [21] CALMET (Dom) "Traité historique des eaux et bains de Plombières, de Bourbonne, de Luxeuil et de Bains" Nancy, imp. le Seure, 1748 .
- [22] CARLISLE (E.M.) "Proceedings: Silicon as an essential element" *Fed Proc.* 1974 Jun;33(6):1758-66.
- [23] CARRERE (J.B.F.) "Catalogue raisonné des ouvrages qui ont été publiés sur les eaux minérales en général et sur celles de la France en particulier" Paris, 1785, imprimeur-libraire Cailleau, p. 355-357 .
- [24] CASILLAS (J.M.), KOTZKI (P.O.), KOTZKI (N.), BECKER (F.), MICHIELS (A.), DIDIER (J.P.) "Algodystrophie réflexe de l'hémiplégie, apports physiopathologiques de l'évaluation des anomalies micro-circulatoires" dans *Les algodystrophies sympathiques réflexes*, Coll. Acquisitions rhumatologiques, 1987, p. 89-197 .
- [25] CHOUX (J.) "Le culte des eaux dans la cité des Leuques et ses survivances dans le christianisme" *Revue historique de Lorraine*, 1949, n°1, p. 11 et 12 .
- [26] CHRETIEN DE TROYES "Le chevalier au lion" par exemple Ed. Gallimard, juin 2003, commenté par Dominique Trouvé .
- [27] CLAIR (R.) "Bains-les-Bains" Colmar, Ed. S.A.E.P., 1982 .
- [28] C.N.A.M. "Résultats de l'enquête thermale statistique réalisée par la Sécurité Sociale" Paris, le 20 octobre 1987 . Fédération Thermale et Climatologique Française, 16 rue de l'Estrapade, Paris .

- [29] COCHINAIRE - DEHAYE (Florence) "Contribution à l'évaluation du risque lié au bruit à l'hôpital" thèse de médecine, Nancy, 2003, p. 53-61 .
- [30] CONSTANT (F.), COLLIN (J.F.), GUILLEMIN (F.), BOULANGE (M.) "Effectiveness of spa therapy in chronic low back pain : a randomized clinical trial" J Rheumatol, 1995; 22(7): 1315-20 .
- [31] CONSTANT (F.), GUILLEMIN (F.), HERBERTH (B.) et al. "Measurement methods of drug consumption as a secondary judgment criterion for clinical trials in chronic rheumatic diseases" Am J Epidemiol, 1997, 145(9): 826-833 .
- [32] CONSTANT (F.), COLLIN (J.F.), GUILLEMIN (F.), BOULANGE (M.) "Spa therapy appears to improve the quality of life of sufferers from chronic low back pain" Medical Care, 1998; 36 (9): 1309-14 .
- [33] CONSTANT (F.) "Evaluation des cures thermales dans le traitement des lombalgies chroniques" Thèse de doctorat Biologie et Santé, Université Henri Poincaré Nancy I, 1998; 122 p.
- [34] CROSS (C.), HALLIWELL (B.), BORISH (E.T.), PRYOR (W.A.), AMES (B.N.), SAUL (R.L.) et al. "Oxygen radicals and human disease" Ann. Intern. Med., 1987; 107 : 526-45.
- [35] DE POUVOURVILLE (G.) "The economic consequences of NSAID induced gastrointestinal damage" Br J Med Econ, 1992; 2: 93-103 .
- [36] DEETJEN (P.) "Radon-Balneotherapie : neue Aspekte" Phys Rehab Kur Med, 1992; 2: 157-60 .
- [37] DESCAMPIAUX (B.), PEUMERY (I.), BRAMOULLE (M.), COLEIN (P.), BRICE (A.), ERB (F.) "Propriétés antiradicalaires de l'eau de La Bourboule" J Europ Hydrol, 1996; 27: p. 13-25 .
- [38] DESPREZ (N.) et MINOUX (G.) "Recherches géologiques et hydrologiques dans le bassin hydrothermal de Bains-les-Bains : campagne 1958-59" étude du BRGGM, tome A 1512-4, du 7 novembre 1959 .
- [39] DIETZ (V.), COLOMBO (G.) "Effects of body immersion on postural adjustments to voluntary arm movements in humans : role of load receptor input" J Physiol Lond, 1996; 15 (497): 849-56 .
- [40] DUBOIS (J.C.) "La crénothérapie dans la réadaptation en psychiatrie" dans *Crénothérapie et réadaptation*, Ed. Masson, 1989, p. 224-229 .
- [41] DUBOIS (J.C.) "Histoire de l'hydrothérapie à travers la psychiatrie" dans *Thermalisme, hydrothérapie et psychiatrie*, Ed. Masson, 2000; p. 3-12 .
- [42] DUBOIS (J.C.), DUBOIS (O.), BOIT (G.) "Résultats thérapeutiques" dans *Thermalisme, hydrothérapie et psychiatrie*, Ed. Masson, 2000; p. 147-156 .

- [43] ELISEEV (V.A.) "Treatment of chronic bronchitis patients with thermal radon waters" *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*, 1986; 5: p.53-55 .
- [44] ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY "A citizen's guide to radon" Washington, 1992 ;
et "model standards and techniques for control of radon in new residential building" Washington, 1994 .
- [45] ETIENNE (S.) "Preuves actuelles de l'efficacité du thermalisme et recommandations pour son évaluation dans les pathologies rhumatismales" thèse de médecine, Nancy, 2002, 100 p.
- [46] FINIELS "Dictionnaire minéralogique et hydrologique de la France" Paris, imp. Costard, 1772 .
- [47] FLECK (C.M.), SCHOLLNBERGER (H.), KOTTBAUER (M.M.), DOCKAL (T.), PRUFERT (U.) "Modeling radioprotective mechanisms in the dose effect relation at low doses and low dose rates of ionizing radiation" *Math Biosci*, 1999 Jan 1; 155 (1): 13-44 .
- [48] FRICK (W.), PFALLER (W.) "Die Auswirkung niedriger alpha-Strahlendosis auf epitheliale Zellkulturen" *Z Phys Med Baln Med Klimatol*, 1988; 17 (Sonderheft 1): 23-31 .
- [49] FORTUNE (F.H.) "Le thermalisme" Ed. Maloine, 1975, p. 62 .
- [50] FRANKE (A.), REINER (L.), PRATZEL (H.G.), FRANKE (T.), RESCH (K.L.) "Long-term efficacy of radon spa therapy in rheumatoid arthritis : a randomized, sham-controlled study and follow-up" *Rheumatology*, 2000; 39: p. 894-902 .
- [51] GASTL (G.), EGG (D.), HEROLD (M.) et al. "Influence of Finnish bath and radon balneotherapy on the frequency and activity of natural killer cells in peripheral blood" *Z Phys Med Baln Med Klimatol*, 1988; 17 (Sonderheft 1): 47-53 .
- [52] GAY (G.), BOULANGE (M.) "Crénothérapie au cours du diabète et des maladies métaboliques"
dans *Médecine thermale, faits et preuves*, Masson, 2000, p.139 .
- [53] GHARIB (C.), GAUQUELIN (G.), GEELEN (G.), KANTIN (M.), GUTKOWSKA (J.), MAUROUX (J.L.), GUELL (A.) "Volume regulating hormones (renin, aldosterone, vasopressin and natriuretic factor) during simulated weightlessness" *Physiologist*, 1985; 28: S30-S33 .
- [54] GOUEDO THOMAS (C.) "Le thermalisme médiéval de Flamenca à Michel de Montaigne, récits et images" dans *Villes d'eaux ; histoire du thermalisme*, Ed. du Comité des travaux historiques et scientifiques, Clermont-Ferrand, 1992 : p.11-26 .

- [55] GRABER-DUVERNAY (B.) "Thermalisme : du bénéfice/risque à l'utilité, le service médical rendu" dans *Médecine thermique : faits et preuves*, Abrégés Masson, 2000, p. 39-52 .
- [56] GRANDMAISON (L.de) "manuel d'histoire des religions" Huby,Christus, Paris, 1913, in-12, p.19 .
- [57] GRANDPIERRE (R.) "A propos de l'action biologique de la radio-activité hydrominérale" *Presse Therm Clim*, 1979; 116(1): p. 52-55 .
- [58] GRIESSMAYER (H.), TRIPATHI (R.), FALKENBACH (A.) "Development of Rheumatoid Arthritis during a radon thermal cure treatment" *Br J Rheumatol*, 1997; 36(Suppl.1): 187 .
- [59] GUILLAUMIN (B.), ENGEL (M.), MONTASTRUC (P.) "Pathologies capsulo-ligamentaires de l'épaule . Evaluation clinique de la crénothérapie à Amélie-les-Bains" *Press Therm Clim*, 1994; 131(4); 209-14 .
- [60] GUILLEMIN (F.), CONSTANT (F.), COLLIN (J.F.) et BOULANGE (M.) "Short and long-term effect of spa therapy in chronic low back pain" *Br J Rheumatol*, 1994; 33: p. 148-151 .
- [61] HARTMANN (B.) "Results of the consensus-finding conference on carbon dioxide balneotherapy" *Z Phys Med Baln Med Clim*, 1990; 19 (Suppl 1) : 11-2 .
- [62] HILDEBRANDT (G.), GEYER (F.) "Adaptative significance of circaseptan periods" *Chronobiologia*,1979; 6: 111 .
- [63] HOLVEC (J.) "Bains-les-Bains, station des artériels" Thèse de médecine, Nancy, 1940 .
- [64] IBRAGIMOV (R.S.), IBRAGIMOV (R.R.), BUCHELNIKOV (A.A.), EFENDIEV (B.A.) "The potential of using measurements of body electrical conductivity in evaluating the therapeutic action of radon baths" *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*, 1989; 2: p. 65-67 .
- [65] JALTEL (M.) "Royat, station thermique de l'artérite" Imprimerie Nouvelle, 1987, 130p.
- [66] KÖCK (A.), SCHAUER (E.), SCHWARZ (T.), LUGER (T.A.) "AlphaMSH and ACTH production by human keratocytes : a link between the neuronal and the immune system" *J Invest Dermatol*, 1990; 94 : 543 .
- [67] KONRAD (K.), TATRAI (T.), HUNKA (A.) et al. "Controlled trial of balneotherapy in treatment of low back pain" *Ann Rheum Dis*, 1992; 51: 820-822 .
- [68] KOTHARI (H.V.), MILLER (B.F.), KRITCHEVSKY (D.) "Aortic cholesterol esterase : characteristics of normal rat and rabbit enzyme" *Biochimica et Biophysica Acta*, 1973, 296, p. 446-454 .

- [69] LAMBERT (P.) "Etude comparée du traitement chirurgical et médico-thermal des artérites - Les résultats du traitement thermal d'après 381 cas d'artérite traités à Bains-les-Bains" thèse de Médecine, Nancy, 1954, 161 p.
- [70] LAROCHE (C) "Le suivi d'une cohorte de 3000 curistes thermaux pendant trois ans par le service national de contrôle médical du régime général" Bull Acad Natl Med, oct. 1987 ; 171 (7): 869-886 .
- [71] LARY (A.) "Réadaptation des affections veineuses en milieu thermal" dans *Crénothérapie et réadaptation* , Ed. Masson, 1989, p. 183-188 .
- [72] LENTZ-KRAUTH (F.) "Bains-les-Bains : étude de la station, hygiène de l'établissement thermal" thèse de Médecine, Strasbourg, 1993, n°48, 89 p.
- [73] LEPAPE (A.) "L'oeuvre hydrologique de Ch.Moureu et le problème de l'origine de l'hélium" Annales de l'Institut d'Hydrologie et Climatologie, 1932, 8; 157-178 .
- [74] LOEPER (J.), GOY-LOEPER (J.), ROZENSZTAJN (L.), FRAGNY (M.) "L'action antiathéromateuse du silicium" Bull Acad natl Méd, 1979, 163, n°6, p. 530-534 .
- [75] LOEPER (J.), GOY-LOEPER (J.) "Etude de certains éléments de protection de la paroi artérielle contre l'athérosclérose : à propos du silicium" Bull Acad natl méd, 1981, 165, n°4, 485-491 .
- [76] LOGINOV (A.A.) "New data on the size of the operational reserves of radon thermal springs at the Belokurikha deposit in the Altai" Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult, 1998 Nov-Dec;(6):50-1.
- [77] LOUVEL (R.) "Veines et thermalisme" In Angéiologie, Doin Ed., Paris, 1966, t.2, p. 859-867 .
- [78] LOUVIGNE (Y.), PIALOUX (B.), GALLIEN (Ph.) "Les liens entre le thermalisme et la médecine de rééducation" dans *Crénothérapie et réadaptation* , Ed. Masson, 1989, p. 91-96 .
- [79] LUCKEY (T.D.) "Hormesis bei Krebsinduktion durch radioaktive Strahlung hoher Ionisationsdichte" Z Phys Med Baln Med Klimatol, 1984; 13: 11-16 (Sonderheft 1).
- [80] MAC DONALD (T.M.), MORANT (S.V.), ROBINSON (G.C.) "Association of upper gastrointestinal toxicity of non steroidal antiinflammatory drugs with continued exposure : cohort study" BMJ, 1997; 315: 1333-1337 .
- [81] MARUEJOL (M.) "La cure thermale de Bains-les-Bains dans le traitement des artérites : résultats statistiques portant sur 400 malades" Presse Therm Clim, 1964; 101, 2 : p. 83-88 .
- [82] MASSOT (J.L.M.S.C.) "De l'action de quelques eaux minérales vosgiennes sur le système neuro-végétatif" thèse de Médecine, Nancy, 1932 .

- [83] MATHIEU (A.), LASSANCE (V.) "La station des artériels : Bains-les-Bains" Plaque de la station, Imp. Lebois frères, Bar-sur-Aube, 1928 : 4 p.
- [84] MILIAVSKII (A.I.), LOSEV (V.B.), PEREL'MUTER (D.L.), RYZHKOVA (M.A.), NEREVIATKIN (G.K.), EDIGAROVA (I.S.) "The efficacy of health resort treatment of psoriatic arthritis at Evpatoriya" *Vestn Dermatol Venerol*, 1989; 4: p. 42-44 .
- [85] MITSUNOBU (F.), YAMAOKA (K.), HANAMOTO (K.), KOJIMA (S.), HOSAKI (Y.), ASHIDA (K.), SUGITA (K.), TANIZAKI (Y.) "Elevation of antioxidant enzymes in the clinical effects of radon and thermal therapy for bronchial asthma" *J Radiat Res (Tokyo)*. 2003 Jun;44(2):95-9.
- [86] MONAL (L.) "Etude physico-chimique sur les eaux thermales de Bains-les-Bains" Thèse de docteur en pharmacie, Nancy, 1936, 214 p .
- [87] MORAND "Mémoire sur les eaux thermales de Bains en Lorraine" *Journal de Médecine*, février 1757, p.114 .
- [88] MORET (L.) "Les sources thermo-minérales" Ed. Masson et Cie, 1946, p.24, 146 p.
- [89] NGUYEN (M.), REVEL (M.), DOUGADOS (M.), "Prolonged effects of 3 week therapy in a spa resort on lumbar spine, knee, and hip osteoarthritis : follow-up after 6 months . A randomized controlled trial" *Br J Rheumatol*, 1997; 36: 77-81 .
- [90] NICOLAS "dissertation chimique sur les eaux minérales de la Lorraine" Nancy, Thomas, 1778, in-8° (cité par Carrère [23], p. 355) .
- [91] OHTSUKA (Y.), YABUNAKA (N.), WATNABE (I.) "Balneotherapy and platelet glutathione metabolism in type II diabetic patients" *Int. J. Biometeorol.*, 1996; 39 : 156-9
- [92] POMEROL (C.) et RICOURE (J.) "Terroirs et thermalisme" Ed. du BRGM, 1992, p.17-21 .
- [93] OLIVIER (Abbé) "Bains-les-Bains" Archives départementales des Vosges : Annales de la société d'émulations du département des Vosges, tomes 1909, 1910, 1911 .
- [94] ORSETTI (A.), AYATS (R.), JACQUEMIN (J.L.) "Crénothérapie externe et axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien" dans *Crénothérapie et réadaptation* , Ed. Masson, 1989, p. 83-89 .
- [95] OSTAPOV (A.D.), AGAFONOV (N.I.), SUKHOVERSHIN (A.V.), PASKAL' (N.A.), EFENDIREV (B.A.), KOLESOV (V.P.), DEREGLAZOV (A.M.) "Experience in treating patients with lymphedema using radon baths combined with local barotherapy at Belokurikha health resort" *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*, 1995 Jan-Feb; (1): p. 29-31 .

- [96] PARANT (J.), DE GRAEVE (J.), ABBAL (M.), BAYOURTHE (L.), VALDIGUIE (P.) "Etude de l'action antiinflammatoire de la crénothérapie à Ax-les-Thermes" *Presse Therm Clim*, 1986; 123(1): p. 13-16 .
- [97] PERRIN (M.) "Les villes d'eaux et les stations climatiques de la région lorraine" *revue Paris Médical*, 1925; 15, n°35 : p.162-164 .
- [98] PERRIN (P.), PERRIN (C.) "Exploration des afférences sensorielles et du contrôle moteur de l'équilibration par la posturographie statique et dynamique" *Ann Oto-Laryngol*, 1996; 113: 133-46 .
- [99] PERSHAGEN (G.) et al. "Residential radon exposure and lung cancer in Sweden" *N Engl J Med*, 1994; 330: p.159-164 .
- [100] PFALLER (W.) "Subzelluläre Veränderungen der Nebennierenrinde nach Inhalation von Radon" *Z Angew Bäder-u. Klimaheilkd*, 1979; 26: 384-90 .
- [101] PICARD (M.), ALLARY (B.) "Métabolisme phosphocalcique et cure thermique à Bourbonne-les-Bains" *Presse Therm Clim*, 1988; 125(5): p. 230-231 .
- [102] PICHELOT - SAHUT (S.) "Histoire du thermalisme lorrain" Thèse de médecine, Nancy, 1985, p.61-71 .
- [103] PITON (A.) "Le traitement thermal des artériopathies oblitérantes des membres inférieurs à Bains-les-Bains (résultats et mécanismes d'action)" *Méd Int*, 1980, vol.15, spécial cardio n°2 : 2 p.
- [104] POPOFF (G.) "Eaux minérales naturelles et leurs dérivés : caractéristiques et spécificités" *Abrégés Masson Médecine thermique : faits et preuves*, 2000, p.13 .
- [105] PRATZEL (H.G.), ARTMANN (C.) "Das Immunorgan Haut im Rahmen der Balneologie" *Z Phys Med Baln Med Klimatol*, 1990; 19: 325-31 .
- [106] PRATZEL (H.G.) "Proof of efficacy of radon baths in the context of a medical health resort treatment of the cervical pain syndrome associated with degenerative cervical spine changes . A prospective randomized double blind study" *Journée pratique d'hydrologie thérapeutique*, MEDEC, Paris, 1993 .
- [107] PRATZEL (H.G.), DEETJEN (P.) etc. "Radon in der Kurortmedizin" Ed. ISMH, 1997 ; p.57-67 : HOFFMANN (W.) "Radon doses compared to X-ray doses"; p.84-91 : JOCKEL (H.) "Praktische Erfahrungen mit der Radontherapie"; et 103-113 : SOTO (J.) "Effects of radon on the immune system".
- [108] PUNSAR (S.), KARNOVEN (M.J.) "Angina pectoris and ECG abnormalities in relation to prognosis of coronary heart disease in population studies in Finland" *Adv Cardiol*. 1973;8:148-61.
- [109] QUENEAU (P.), FRANÇON (A.), GRABER-DUVERNAY (B.) "Réflexions méthodologiques sur 20 essais cliniques randomisés en crénothérapie rhumatologique" *Thérapie*, 2001; 56: 675-684 .

- [110] RAMBAUD (A.), CASELLAS (C.), HERISSON (C.), VALAT (G.) "Efficacité des cures thermales sur la consommation médicale dans le domaine rhumatologique" dans *Crénothérapie et réadaptation*, Ed. Masson, 1989, p. 70-76 .
- [111] RANNOU (A.), TYMEN (G.) "Les résultats des campagnes de mesures de radon et facteurs explicatifs" *Radioprotection*, 1989; 24 : p.301-319 .
- [112] REINISCH (N.), MUR (E.), HEROLD (M.), DUNZENDORFER (S.), KAHLER (C.M.), FALKENBACH (A.), WIEDERMANN (C.J.) "Decrease of respiratory burst in neutrophils of patients with ankylosing spondylitis by combined radon-hyperthermia treatment" *Clin Exp Rheumatol*, 1999 May-Jun; 17(3): 335-8 .
- [113] RICHARD (E.) Copyright Bains-les-Bains 2003, sur le site internet de la Station Thermale, le 1er mai 2003 .
- [114] SAKELLARIS (P.C.), VERNIKOS-DANELIS (J.) "Increased rate of response of pituitary adrenal system in rats adapted to chronic stress" *Endocrinology*, 1975; 97: 597 .
- [115] SANTENOISE (D.), MERKLEN (L.), VIDACOVITCH (M.) "Action de l'eau de Bains-les-Bains sur le système organo-végétatif ." *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1932 ; 107, 14 : 506-516 .
- [116] SANTENOISE (D.), FRANCK (C.), MERKLEN (L.), VIDACOVITCH (M.) "Etude physiologique du mode d'action de l'eau de Saint-Colomban sur la pression artérielle ." *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1933 ; 109, 6 : 171-179 .
- [117] SCHILLIGER (P.) "Les cures thermales : une thérapeutique à évaluer" *Revue Prescrire*, 1990; 10 : p.70-5 .
- [118] SENE (E.) "Radon domestique et cancer broncho-pulmonaire" Thèse de médecine, Limoges, 1996, n°141, 160 p.
- [119] SENON (J.L.), DUBOIS (O.), RICHARD (D.), LAFAY (N.) "Sevrage thérapeutique dans l'abus et la dépendance aux substances psychotropes : intérêt du thermalisme" dans *Thermalisme, hydrothérapie et psychiatrie*, Ed. Masson, 2000; p. 110-120 .
- [120] SERVANT (D.), DUPUIS (B.) "Les médicaments de l'anxiété" dans *Stress, anxiété et pathologies médicales*, Ed. Masson, Paris, 1995; p. 140-156 .
- [121] SHAKHBAZOVA (S.S.) "Diluted baths with volcanic mud in the therapy of patients with rheumatoid arthritis" *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*, 1988; 5: p. 31-33 .
- [122] SMITH (E.) "The influence of age and atherosclerosis on the chemistry of aortic intima" *J Atherosclerosis Res*, 1965, 5, 229 .

- [123] SOLASSOL (A.), DARLAS (Y.) "Mise au point sur les principales réponses physiologiques et physiques servant de base aux traitements des affections de l'appareil locomoteur en eau thermale chaude ." revue bibliographique du professeur Solassol, faculté de médecine de Caen et station thermale de Bains-les-Bains, 1991 . Communication personnelle .
- [124] SOTO (J.), GOMEZ (J.) "Occupational doses from radon in Spanish spas" Health Phys, 1999 Apr, 76(4), p. 398-401 .
- [125] SOULAIRAC (A.) "Le bruit : aspects neuro-endocriniens" Bull Acad Natl Méd, 1992,176-3, p.401-405 .
- [126] SZUCS (L.), RATKO (I.), LESKO (T.), SZOOR (I.), GENTI (G.), BALINT (G.) "Double-blind trial on the effectiveness of the Puspokladany thermal water on arthrosis of the knee-joints" J R Soc Health, 1989; 109(1): p. 7-9 .
- [127] TALANCE (N.de), ESCUDIER (P.), GUILLEMIN (F.), RENAUD (D.), WERYHA (G.) "Métabolisme osseux et thermalisme à Bourbonne-les-Bains" Presse Therm Clim, 2002; 139: p. 113-118 .
- [128] TANKOSIC (P.), DEMOGEOT (F.), BURLET (C.), BOULANGE (M.) "Etude histo-autoradiographique de la fixation intracellulaire de l'anion sulfate contenu dans l'eau de boisson" Presse Therm Clim, 1984; 121(3): p. 129-131 .
- [129] THOMAS (J.), BESANÇON (F.) "Critères d'efficacité d'une cure thermale" dans *Crénothérapie et réadaptation* , Ed. Masson, 1989, p. 54-57 .
- [130] TIRMARCHE (M.) et al. "Mortality of a cohort of French uranium miners exposed to relatively low radon concentrations" Br J Cancer, 1993 ; 67 : p.1090-1097.
- [131] TIRMARCHE (M.) "Exposition au radon et risque de cancer" Radioprotection, 1994; 29 : p.101-114 .
- [132] WEISROCK (E.) "Thermalisme et chronobiologie" Thèse de médecine, Nancy, 1992 : 273 p.
- [133] WELCH (B.) "Extra-auditory effects of industrial noise : survey of foreign literature" Aerospace Medical Research Laboratory , Aerospace Medical Division , Air Force System Command, Wright-Patterson, 1979 .
- [134] WOLFE (M.M.), LICHENSTEIN (D.R.), SINGH (G.) "Gastrointestinal toxicity of nonsteroidal antiinflammatory drugs" N Engl J Med, 1999; 340: 1888-1899 .
- [135] WORLD HEALTH ORGANISATION "Indoor air quality : radon and formaldehyde" Office for Europe, Copenhagen, 1986 . Report on WHO meeting, Dubrovnick, 26-30 August, 1985 .

[136] YAMAOKA (K.), MIFUNE (T.), MITSUNOBU (F.), KOJIMA (S.), MORI (S.), SHIBUIA (K.), TANIZAKI (Y.), SUGITA (K.) "Basic study on radon effects and thermal effects on humans in radon therapy" *Physiol Chem Phys Med NMR*. 2001;33 (2):133-8 .

[137] "Bains-les-Bains, manuel médical du curiste" brochure de la Chaîne thermale du Soleil, 2002 .

[138] Site internet :
www.chez.com/geotourisme/le_tourisme_de_sante_en_france.htm consulté en octobre 2003 .

[139] Site internet : www.thermae.fr/regard/infomedl.html , consulté en octobre 2003.

[140] Site internet : www2.caducee.net/DossierSpecialises/nutrition/aprifel/stress-oxydatif.asp , consulté en novembre 2003 .

Tableau d'équivalence

149-1753 (plans Baligand)	1778 (Nicolas)	1785 (Carrère)	1835 (Baillly)	1852 (L)
Grosse Source (B)		Grande Source	Grosse Source	Gros
Petite Source (C)		Source du Château	Robinet de Fer	Robine
	Source Romaine		Romaine	Rom

Sources non découvertes

ou

non signalées

			Tempérée	Tempérée
Source Intérieure (H)		Saint-Colomban ou Savonnoise	Savonnoise	
Source Extérieure (I)		Source Romaine ou Fontaine Casquin		
<u>Sources non découvertes</u>			Féconde	F
			Source Tiède ou des Promenades	Tiède

ou sans dénomination particulière

Source des Vaches	Fontaine des Vaches	Fontaine des Vaches	La Vache	L
Source Extérieure (K)		136		

nce chronologique des sources

54	1858-1864 Instruction Intérêt public	1882 (Statistique des eaux)	1885 (Rapport Cousin)	1887 (Baillly)
Source	<u>Grosse Source</u> ou <u>Grande Source</u> (a et b)	Grosse Source	Grosse Source	Grosse Source
Fer	<u>Robinet de Fer</u>	Robinet de Fer	Robinet de Fer	Robinet de Fer
	<u>Romaine</u>	Romaine	Romaine	Romaine
Chaud	<u>Souterraine</u> (inaccessible)	Souterraine		Souterraine (inaccessible)
Cuivre	<u>Robinet de Cuivre</u>	Robinet de Cuivre	Robinet de Cuivre	Robinet de Cuivre
Bain Romain	<u>Robinet Tempéré</u> ou <u>Source de l'Angle N.W</u>	Tempérée		Source de l'Angle
	p			9
	q			10
	m			11
	n			12
	i			Source de l'Angle N.
	k			13
	c			Source de l'Angle N.
	e			Source de l'Angle N.

Promenade	<u>Casquin (B)</u>			Tempérée (per
Source	<u>St-Colomban</u> ou <u>Savonneuse</u>	Saint-Colomban	Savonneuse	Saint-Colomban ou Savonneuse
	<u>Casquin (B)</u>	Casquin ou Savonneuse	Casquin	Casquin
	<u>Féconde</u>	Féconde	Féconde	Féconde
Promenade	<u>Tiède de la Promenade</u>	La Promenade	La Promenade	Promenade
	<u>Sondage de 1859</u>		Source du Bain Chaud	Source du Bassin

La Vache	<u>Source de la Vache</u>	La Vache	La Vache	La Vache
	Fontaine du Jardin Ziegler			
	<u>Grand Source</u>	Grand Source		Grand Source

de l'Établissement Thermal de Bain

1912 (Tournayre)	1933 (Plan officiel)	1937 (Forages Guyot)	1939 (Forage De Hulster)	1940
Grosse Source	Saint-Colomban (2 émergences) A et A1	Saint-Colomban (2 émergences)	Forage St Colomban. A1	A1
Robinet de Fer	Robinet de Fer	Robinet de Fer	Robinet de Fer	Robinet
Romaine	Romaine	Romaine	Romaine	
	Grosse-Source	Grosse-Source	Grosse-Source	R
Robinet de Cuivre	Robinet de Cuivre	Robinet de Cuivre	Robinet de Cuivre	Robinet
Souterraine de l'Angle	Souterraine 1	Souterraine 1	Souterraine 1	Souterraine
	3	La Vache	La Vache	La
	La Vache			
	Tempérée	Tempérée	Tempérée	Tem
	Y	Y	Y	
	2	2	2	
	1	1	1	
	Souterraine 2	(Souterraine 2)		
	X	(X)	Souterraine 2	Souterraine

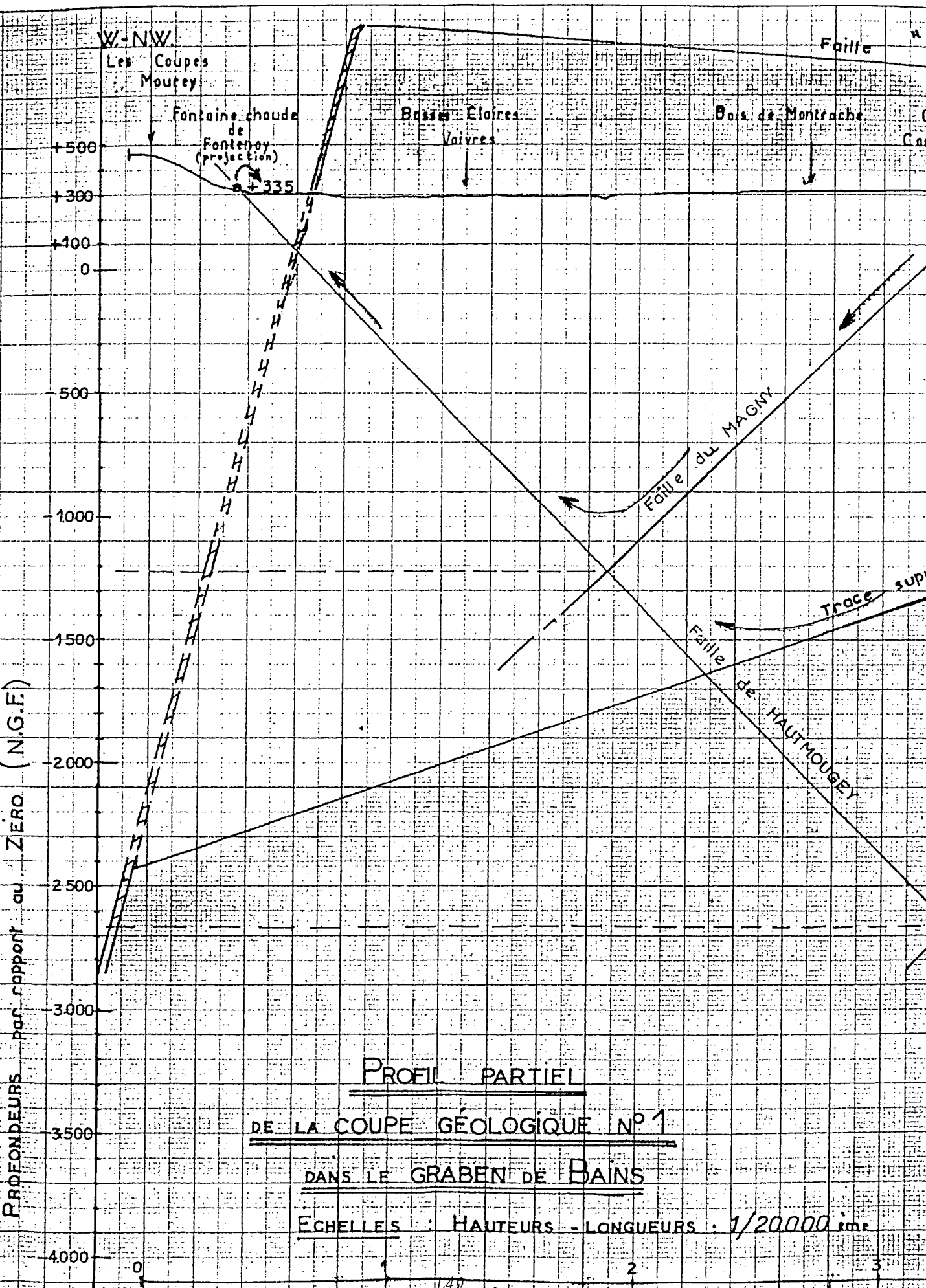
Saint-Colomban ou Savonnette	Casquin			
Tempérée				
Casquin	Féconde 1			
Promenade	Promenade	Promenade	Promenade	Pro
Féconde	Féconde 2	Féconde (Forage neuf)	Féconde	Fé
		Casquin (Forage neuf)	Casquin	Ca
La Vache (utilisée)				

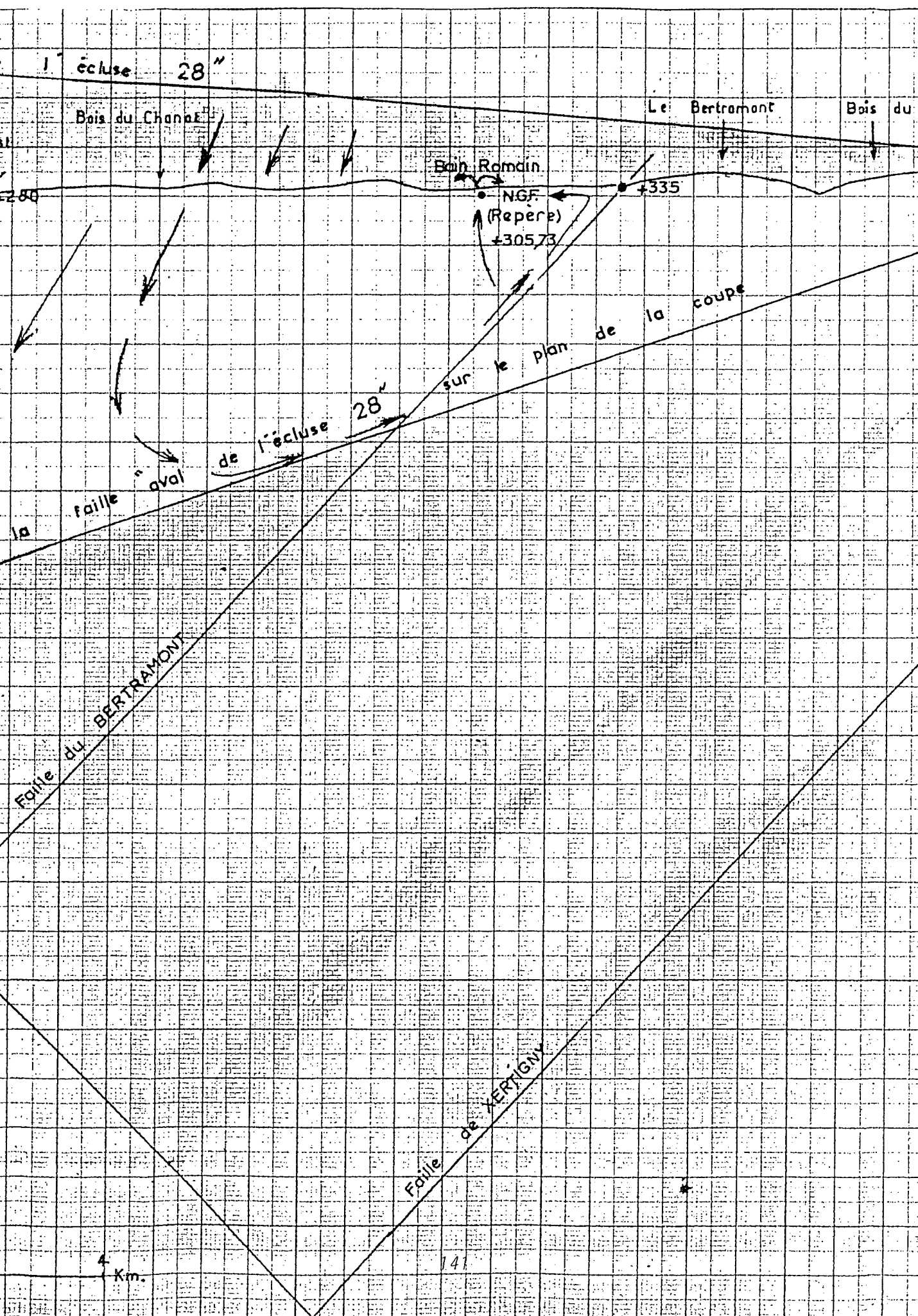
LES - BAINS

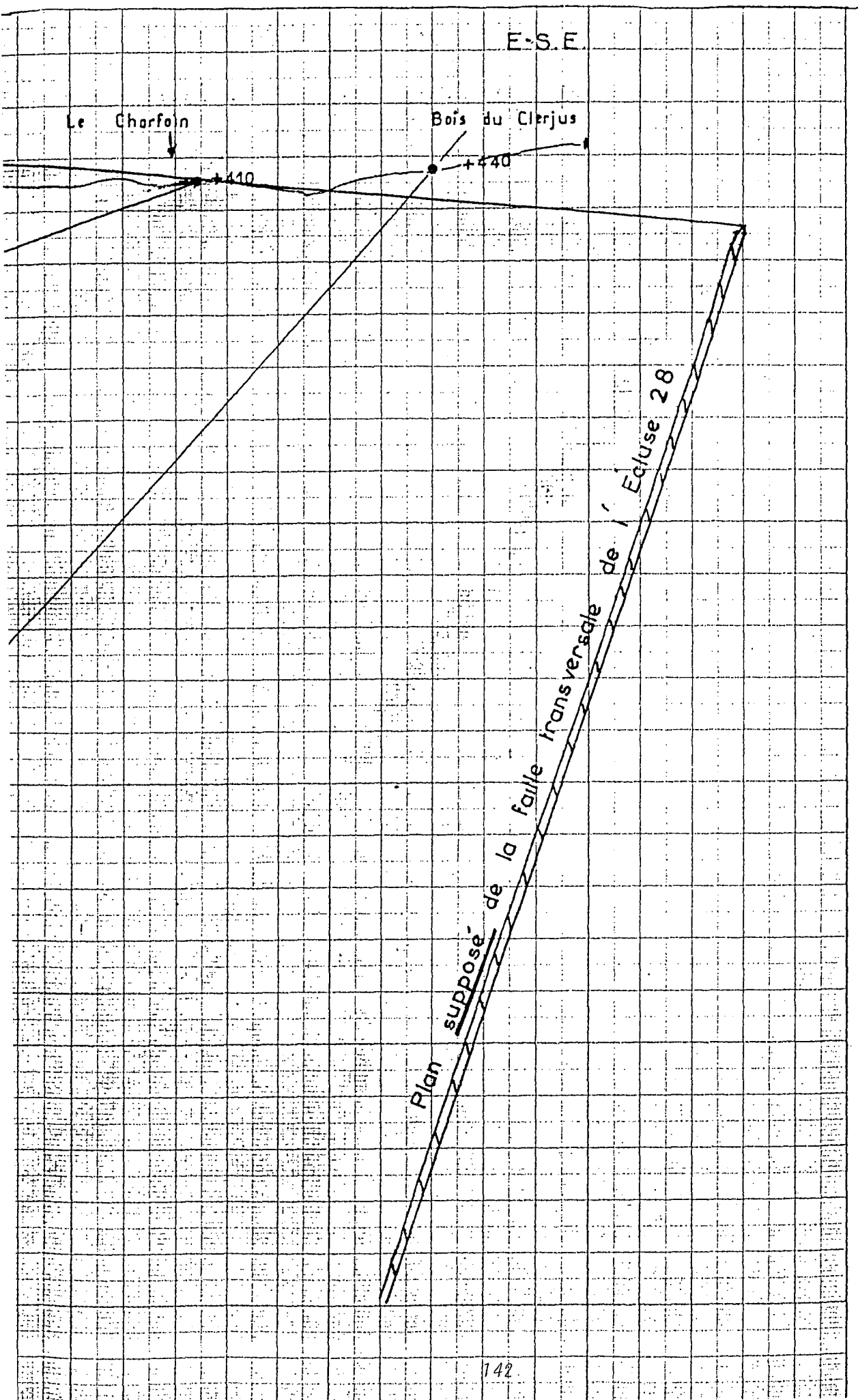
48	1958 prélèvements officiels	1959 Etude Hydrogéologique BAGN	Groupe du Bain Romain
Arteria	Arteria	Arteria	
Grosse Source	Grosse Source	A ¹	
Robinet de Fer	Robinet de Fer	Robinet de Fer	
		Romaine	
Romaine	Romaine	Grosse Source	
Robinet de Cuivre	Robinet de Cuivre	Robinet de Cuivre	
Souterraine 1	Souterraine 1	Souterraine 1	
La Vache	La Vache	3	
		La Vache	
Tempérée	Tempérée	Tempérée	
		Y	
		2	
		1	
		Souterraine 2	
Souterraine 2	Souterraine 2	X	Groupe du Bain de la Promenade
		-	
		Savonneuse	
Promenade	Promenade	Promenade	
Féconde	Féconde	Féconde	
Casquin	Casquin	Casquin	
			Sources isolées
		Source des Vaches	
		Vieille Fontaine près Ziegler	
		Grandguy ?	

Sources perdues, abandonnées ou ignorées
Reconnaissance d'Intérêt Public 9-1-1864
Nouvelles désignations du 28 Juin 1933

-
- Casquin
- Casquin







A N N E X E 3

Bordeaux le

21 avril 1999

ANALYSE CHIMIQUE COMPLÈTE

I - FICHE DE RENSEIGNEMENTS :

Référence n° : HC 2246-99

Commune : BAINS-LES-BAINS

Département : 88

Origine de l'eau : forage LA FORET

eau minérale non traitée

Lieu de prélèvement : station de pompage

Point de prélèvement : émergence

Motif de l'analyse : analyse à la demande de la Chaîne Thermale du Soleil

Prélèvement effectué le : 25/03/1999 à : 15h30

Préleveur : Mr. SOUS

Assisté de : Mme OHAYON-COURTÈS

Importance des pluies dans les dix jours précédents : forte

Conditions atmosphériques : nuageux

Température de l'air : 13,9 °C

Mode de transport du prélèvement : en enceinte isotherme sans glace

Parvenu au laboratoire le : 26/03/1999 à : 19h

Analyse commencée le : 25/03/1999 sur place

II- DÉTERMINATIONS PHYSICO-CHIMIQUES :

	Sur place	Au laboratoire	
Température de l'eau	39,4	-	°C
pH électrométrique	6,9	7,5	
Conductivité à 20°C (calculée)	480	477	µS/cm
Conductivité à 25°C	543	540	µS/cm
Turbidité	non mesuré	<1	NTU
Aspect	limpide	limpide	
Couleur	<5	non mesuré	U. Hazen
Odeur caractéristique	néant	néant	
Matières en suspension	néant	non mesuré	mg/l
Potentiel redox	180	non mesuré	mV
Oxygène dissous mesuré à 38,4°C	1,2	non mesuré	mg/l
Oxygène dissous, % de saturation	17,50%	non mesuré	%
Anhydride carbonique libre	6,9	non mesuré	mg/l

III- DÉTERMINATIONS CHIMIQUES :

Cations

		mEq/l	mg/l
SODIUM	Na ⁺	3,452	79,40
POTASSIUM	K ⁺	0,197	7,70
CALCIUM	Ca ⁺⁺	1,300	26,00
MAGNESIUM	Mg ⁺⁺	0,107	1,30
AMMONIUM	NH ₄ ⁺	0,000	<0,01
FER	Fe ⁺⁺	0,000	<0,001
LITHIUM	Li ⁺	0,056	0,39
STRONTIUM	Sr ⁺⁺	0,007	0,32
TOTAL		5,120	115,11

Anions

		mEq/l	mg/l
HYDROXYLES	OH ⁻	0,000	0,00
CARBONATE	CO ₃ ⁻	0,002	0,07
BICARBONATE	HCO ₃ ⁻	1,798	109,65
CHLORURE	Cl ⁻	0,731	25,90
SULFATE	SO ₄ ⁻	2,242	107,60
NITRITE	NO ₂ ⁻	0,000	<0,01
NITRATE	NO ₃ ⁻	0,042	2,60
PHOSPHATE	HPO ₄ ⁻	0,000	<0,10
FLUORURE	F ⁻	0,328	6,24
BROMURE	Br ⁻	0,003	0,20
SILICATE	SiO ₃ ⁻	0,000	0,00
SILICATE	HSiO ₃ ⁻	0,007	0,56
SULFHYDRYLE	HS ⁻	0,000	0,00
THIOSULFATE	S ₂ O ₃ ⁻	0,000	0,00
TOTAL		5,152	252,83

SILICE	SiO ₂		109,56
--------	------------------	--	--------

IV - AUTRES DÉTERMINATIONS :

Dureté totale (TH)	7,0 °F
Dureté calcique	6,5 °F
Dureté magnésienne	0,5 °F
Dureté permanente	- °F
Titre Alcalimétrique (TA)	0,0 °F
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	9,0 °F
Silice totale en SiO ₂	110,00 mg/l
Résidu sec à 180°C (mesuré)	421,8 mg/l
Résidu sec sulfaté (calculé)	472,0 mg/l
CO2 libre mesuré	6,9 mg/l
CO2 équilibrant calculé	17,2 mg/l
CO2 agressif	néant mg/l
pH mesuré sur place	6,9
pH calculé à l'équilibre, à 39,4°C	7,8

V- SULFURATION SUR PLACE :

Sulfuration totale		non mesuré 10 ⁻⁵ M/l
dont H ₂ S	non mesuré 10 ⁻⁵ M/l	non mesuré mg/l
dont HS ⁻	non mesuré 10 ⁻⁵ M/l	non mesuré mg/l
dont S ²⁻	non mesuré 10 ⁻⁵ M/l	non mesuré mg/l
Sulfures organiques		non mesuré 10 ⁻⁵ M/l
Thiosulfates	non mesuré 10 ⁻⁵ M/l	non mesuré mg/l

VI - ÉLÉMENTS TRACES (HALOGÉNURES, MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES) en mg/l :

ALUMINIUM	Al	0,013	FLUORURE	F	6,240
ARSENIC	As	0,140	LITHIUM	Li	0,390
BARYUM	Ba	0,050	MANGANÈSE	Mn	<0,001
BORE	B	0,250	MERCURE	Hg	<0,001
BROMURE	Br	0,200	NICKEL	Ni	<0,001
CADMIUM	Cd	<0,001	PLOMB	Pb	<0,001
CHROME	Cr	<0,001	SÉLÉNIUM	Se	<0,001
CUIVRE	Cu	<0,001	SILICIUM	Si	45,00
CYANURE	CN	<0,001	STRONTIUM	Sr	0,32
FER	Fe	<0,001	ZINC	Zn	0,065

VII - RECHERCHE D'HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES en µg/l :

Fluoranthène	< 0,015 µg/l
Benzo (b) fluoranthène	< 0,009 µg/l
Benzo (k) fluoranthène	< 0,002 µg/l
Benzo (a) pyrène	< 0,003 µg/l
Benzo (g,h,i) pérylène	< 0,025 µg/l
Indéno (1,2,3,-cd) pyrène	< 0,060 µg/l

VIII - RECHERCHE DE PESTICIDES ORGANOCHLORÉS en µg/l :

α Hexachlorocyclohexane	< 0,03 µg/l
β Hexachlorocyclohexane	< 0,03 µg/l
γ Hexachlorocyclohexane	< 0,005 µg/l
δ Hexachlorocyclohexane	< 0,03 µg/l
Heptachlore	< 0,03 µg/l
Heptachlore époxyde	< 0,03 µg/l
Aldrine	< 0,01 µg/l
Dieldrine	< 0,01 µg/l
pp' DDD	< 0,03 µg/l
op' DDE	< 0,03 µg/l
pp' DDT	< 0,03 µg/l

IX - RECHERCHE DE POLYCHLOROBIPHÉNYLES en µg/l :

2, 4, 4' PCB	< 0,05 µg/l
2, 2', 5, 5' PCB	< 0,05 µg/l
2, 2', 4, 4', 5 PCB	< 0,05 µg/l
2, 2', 3, 4, 4', 5 PCB	< 0,05 µg/l
2, 2', 4, 4', 5, 5' PCB	< 0,05 µg/l
2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' PCB	< 0,05 µg/l

X - RECHERCHE DE PESTICIDES AZOTÉS en µg/l :

Atrazine	< 0,05 µg/l
Simazine	< 0,05 µg/l
Autres	< 0,05 µg/l

XI - RECHERCHE DE COMPOSÉS ORGANOHALOGÉNÉS VOLATILS en µg/l :

Fréon	< 0,1 µg/l
1.1 dichloroéthylène	< 5 µg/l
Fréon 113	< 0,1 µg/l
Dichlorométhane	< 10 µg/l
1.2 dichloroéthylène	< 5 µg/l
1.1 dichloroéthane	< 5 µg/l
Chloroforme	< 1 µg/l
1.1.1 trichloroéthane	< 1 µg/l
Tétrachlorure de carbone	< 0,1 µg/l
1.2 dichloroéthane	< 1 µg/l
1.1.2 trichloroéthane	< 0,1 µg/l
Tétrachloroéthylène	< 5 µg/l
Bromodichlorométhane	< 1 µg/l
Chlorodibromométhane	< 0,1 µg/l
Bromoforme	< 5 µg/l
Tétrachloroéthane	< 5 µg/l

Responsable de l'analyse :

Pr. CANG NGUYEN BA

Représentation

Celine ANTONIOU

C. Benoit

Bordeaux le

21 avril 1999

ANALYSE CHIMIQUE COMPLÈTE

I - FICHE DE RENSEIGNEMENTS :

Référence n° : HC 2245-99

Commune : BAINS-LES-BAINS

Département : 88

Origine de l'eau : forage CENTDIX
eau minérale non traitée

Lieu de prélèvement : Parc thermal - site du captage

Point de prélèvement : émergence

Motif de l'analyse : analyse à la demande de la Chaîne Thermale du Soleil

Prélèvement effectué le : 25/03/1999 à : 15h

Préleveur : Mr. SOUS

Assisté de : Mme OHAYON-COURTÈS

Importance des pluies dans les dix jours précédents : forte

Conditions atmosphériques : nuageux

Température de l'air : 13,9 °C

Mode de transport du prélèvement : en enceinte isotherme sans glace

Parvenu au laboratoire le : 26/03/1999 à : 19h

Analyse commencée le : 25/03/1999 sur place

II- DÉTERMINATIONS PHYSICO-CHIMIQUES :

	Sur place	Au laboratoire	
Température de l'eau	10,8	-	°C
pH électrométrique	6	6,0	
Conductivité à 20°C (calculée)	69	70	µS/cm
Conductivité à 25°C	78,8	80,1	µS/cm
Turbidité	non mesuré	<1	NTU
Aspect	limpide	limpide	
Couleur	<5	non mesuré	U. Hazen
Odeur caractéristique	néant	néant	
Matières en suspension	néant	non mesuré	mg/l
Potentiel redox	262	non mesuré	mV
Oxygène dissous mesuré à 13°C	5,0	non mesuré	mg/l
Oxygène dissous, % de saturation	39,15%	non mesuré	%
Anhydride carbonique libre	41,7	non mesuré	mg/l

III- DÉTERMINATIONS CHIMIQUES :

Cations

		mEq/l	mg/l
SODIUM	Na ⁺	0,143	3,30
POTASSIUM	K ⁺	0,052	2,05
CALCIUM	Ca ⁺⁺	0,340	6,80
MAGNESIUM	Mg ⁺⁺	0,148	1,80
AMMONIUM	NH ₄ ⁺	0,000	<0,01
FER	Fe ⁺⁺	0,000	<0,001
LITHIUM	Li ⁺	0,001	0,01
STRONTIUM	Sr ⁺⁺	0,001	0,03
TOTAL		0,686	13,99

Anions

		mEq/l	mg/l
HYDROXYLES	OH ⁻	0,000	0,00
CARBONATE	CO ₃ ⁻	0,000	0,00
BICARBONATE	HCO ₃ ⁻	0,397	24,23
CHLORURE	Cl ⁻	0,154	5,45
SULFATE	SO ₄ ⁻	0,044	2,10
NITRITE	NO ₂ ⁻	0,000	<0,01
NITRATE	NO ₃ ⁻	0,059	3,66
PHOSPHATE	HPO ₄ ⁻	0,004	0,20
FLUORURE	F ⁻	0,021	0,40
BROMURE	Br ⁻	0,000	<0,050
SILICATE	SiO ₃ ⁻	0,000	0,00
SILICATE	HSiO ₃ ⁻	0,000	0,01
SULFHYDRYLE	HS ⁻	0,000	0,00
THIOSULFATE	S ₂ O ₃ ⁻	0,000	0,00
TOTAL		0,679	36,05

SILICE	SiO ₂		18,99
--------	------------------	--	-------

IV - AUTRES DÉTERMINATIONS :

Dureté totale (TH)	2,4 °F
Dureté calcique	1,7 °F
Dureté magnésienne	0,7 °F
Dureté permanente	0,4 °F
Titre Alcalimétrique (TA)	0,0 °F
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	2,0 °F
Silice totale en SiO ₂	19,00 mg/l
Résidu sec à 180°C (mesuré)	56,7 mg/l
Résidu sec sulfaté (calculé)	65,6 mg/l
CO2 libre mesuré	41,7 mg/l
CO2 équilibrant calculé	48,0 mg/l
CO2 agressif	néant mg/l
pH mesuré sur place	6,0
pH calculé à l'équilibre, à 10,8°C	-

V- SULFURATION SUR PLACE :

Sulfuration totale		non mesuré 10 ⁻⁵ M/l
dont H ₂ S	non mesuré 10 ⁻⁵ M/l	non mesuré mg/l
dont HS ⁻	non mesuré 10 ⁻⁵ M/l	non mesuré mg/l
dont S ²⁻	non mesuré 10 ⁻⁵ M/l	non mesuré mg/l
Sulfures organiques		non mesuré 10 ⁻⁵ M/l
Thiosulfates	non mesuré 10 ⁻⁵ M/l	non mesuré mg/l

VI- ÉLÉMENTS TRACES (HALOGÉNURES, MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES) en mg/l :

ALUMINIUM	Al	0,038	FLUORURE	F	0,400
ARSENIC	As	0,001	LITHIUM	Li	0,010
BARYUM	Ba	0,600	MANGANÈSE	Mn	<0,001
BORE	B	<0,050	MERCURE	Hg	<0,001
BROMURE	Br	<0,050	NICKEL	Ni	<0,001
CADMIUM	Cd	<0,001	PLOMB	Pb	<0,001
CHROME	Cr	<0,001	SÉLÉNIUM	Se	<0,001
CUIVRE	Cu	0,070	SILICIUM	Si	8,00
CYANURE	CN	<0,001	STRONTIUM	Sr	0,03
FER	Fe	<0,001	ZINC	Zn	<0,001

VII - RECHERCHE D'HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES en µg/l :

Fluoranthène	< 0,015 µg/l
Benzo (b) fluoranthène	< 0,009 µg/l
Benzo (k) fluoranthène	< 0,002 µg/l
Benzo (a) pyrène	< 0,003 µg/l
Benzo (g,h,i) pérylène	< 0,025 µg/l
Indéno (1,2,3,-cd) pyrène	< 0,060 µg/l

VIII - RECHERCHE DE PESTICIDES ORGANOCHLORÉS en µg/l :

α Hexachlorocyclohexane	< 0,03 µg/l
β Hexachlorocyclohexane	< 0,03 µg/l
γ Hexachlorocyclohexane	< 0,005 µg/l
δ Hexachlorocyclohexane	< 0,03 µg/l
Heptachlore	< 0,03 µg/l
Heptachlore époxyde	< 0,03 µg/l
Aldrine	< 0,01 µg/l
Dieldrine	< 0,01 µg/l
pp' DDD	< 0,03 µg/l
op' DDE	< 0,03 µg/l
pp' DDT	< 0,03 µg/l

IX - RECHERCHE DE POLYCHLOROBIPHÉNYLES en µg/l :

2, 4, 4' PCB	< 0,05 µg/l
2, 2', 5, 5' PCB	< 0,05 µg/l
2, 2', 4, 4', 5 PCB	< 0,05 µg/l
2, 2', 3, 4, 4', 5 PCB	< 0,05 µg/l
2, 2', 4, 4', 5, 5' PCB	< 0,05 µg/l
2, 2', 3, 4, 4', 5, 5' PCB	< 0,05 µg/l

X - RECHERCHE DE PESTICIDES AZOTÉS en µg/l :

Atrazine	< 0,05 µg/l
Simazine	< 0,05 µg/l
Autres	< 0,05 µg/l

XI - RECHERCHE DE COMPOSÉS ORGANOHALOGÉNÉS VOLATILS en µg/l :

Fréon	< 0,1 µg/l
1.1 dichloroéthylène	< 5 µg/l
Fréon 113	< 0,1 µg/l
Dichlorométhane	< 10 µg/l
1.2 dichloroéthylène	< 5 µg/l
1.1 dichloroéthane	< 5 µg/l
Chloroforme	< 1 µg/l
1.1.1 trichloroéthane	< 1 µg/l
Tétrachlorure de carbone	< 0,1 µg/l
1.2 dichloroéthane	< 1 µg/l
1.1.2 trichloroéthane	< 0,1 µg/l
Tétrachloroéthylène	< 5 µg/l
Bromodichlorométhane	< 1 µg/l
Chlorodibromométhane	< 0,1 µg/l
Bromoforme	< 5 µg/l
Tétrachloroéthane	< 5 µg/l

Responsable de l'analyse :

Pr. CANG NGUYEN BA

pour délégation
celui des pesticides

C. Gaudin
-150



DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SANTÉ

Sous-direction de la veille sanitaire

Bureau de l'eau

La ministre de l'emploi et de la solidarité
La secrétaire d'Etat à la santé et aux handicapés

à

Mesdames et messieurs les préfets de région
Directions régionales des affaires sanitaires et
sociales

(pour exécution)

Mesdames et messieurs les préfets de département
Directions départementales des affaires sanitaires et
sociales

(pour exécution)

CIRCULAIRE DGS/VS4 N° 2000/336 du **19 JUIN 2000** relative à la gestion du risque microbien lié à l'eau minérale dans les établissements thermaux.

Date d'application : immédiate

Résumé : Les difficultés rencontrées dans les établissements thermaux ont fait apparaître la nécessité de réexaminer les éléments de gestion du risque microbien lié à l'eau minérale dans ce type d'établissements. La direction générale de la santé a donc saisi le Conseil supérieur d'hygiène publique de France qui a rendu ses conclusions en mai 1999. Le rapport de cette instance permet de fournir des recommandations sur les germes à prendre en compte pour le risque microbien, sur les critères de qualité de l'eau, sur les plans de surveillance et la périodicité des contrôles de la qualité de l'eau, sur le type de traitement et les règles de maintenance à appliquer en fonction de la nature des matériaux des canalisations. La présente circulaire précise l'application des recommandations préconisées par le Conseil supérieur d'hygiène publique de France.

Mots clés : Eau minérale naturelle - Etablissements thermaux – Contrôle des eaux minérales naturelles

Textes de référence : Arrêté du 14 octobre 1937 modifié relatif au contrôle des sources d'eaux minérales - Guide de recommandations de bonnes pratiques sanitaires dans les établissements thermaux (1995) - Circulaire DGS N°98/771 du 31 décembre 1998 relative à la mise en oeuvre de bonnes pratiques d'entretien des réseaux d'eau dans les établissements de santé et aux moyens de prévention du risque lié aux légionelles dans les installations à risque et dans celles des bâtiments recevant du public.

Textes abrogés : Arrêté du 20 juillet 1992 relatif au contrôle des sources d'eaux minérales- Circulaire DGS/SD1.D/92/N°513 du 20 juillet 1992 relative à la qualité des eaux minérales naturelles dans les établissements thermaux.

Au cours des saisons précédentes, mes services ont été confrontés à des cas de pollution microbiologique qui ont conduit à gérer des situations complexes dans différents établissements thermaux.

L'expérience acquise à partir de ces incidents mais également le bilan des contrôles réglementaires révélant dans certains endroits une situation préoccupante au plan de la qualité microbiologique de l'eau, l'évolution des connaissances scientifiques et les nouvelles exigences en matière de sécurité sanitaire ont fait apparaître la nécessité d'adapter les règles applicables dans ces établissements et d'aider à l'interprétation des résultats et à la préparation des décisions.

En outre, à l'occasion de l'instruction d'un dossier de demande d'autorisation, l'Académie Nationale de Médecine a jugé que la présence de *Legionella pneumophila* à différents points d'usage représentait un danger grave pour les curistes, alors qu'en 1992, ce type de pollution avait été jugé acceptable en dessous d'un certain seuil.

C'est pourquoi, comme je vous l'avais annoncé dans ma circulaire du 31 décembre 1998 citée en référence, nous avons procédé à l'actualisation des dispositions contenues dans la circulaire du 20 juillet 1992.

Un groupe de travail de la section des eaux du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) a établi un rapport (ci-après annexé) pour lequel la section des eaux a émis un avis favorable et dont j'adopte les conclusions. Ce rapport précise, sur la base de l'expérience acquise, les recommandations destinées à prévenir le risque d'infection résultant de mauvaises conditions d'exploitation et d'utilisation de l'eau minérale dans les établissements thermaux. Il donne des précisions sur les germes à prendre en compte, sur les critères de qualité de l'eau à la source et aux points d'usage, sur les plans de surveillance et la périodicité des contrôles de la qualité de l'eau, sur le type de traitement et les règles de maintenance à appliquer en fonction de la nature des matériaux des canalisations. Il servira également de base à l'élaboration d'une réglementation spécifique sur les conditions d'ouverture et de fonctionnement des établissements thermaux.

Ce document est destiné à vous permettre de prendre les décisions adéquates et de préconiser aux exploitants la conduite à tenir, notamment en cas de contaminations. Il fournit également aux exploitants des éléments d'aide de gestion pour le fonctionnement de leur établissement.

Par ailleurs, je vous rappelle les dispositions figurant dans la circulaire du 31 décembre 1998 précitée qui s'appliquent également aux établissements thermaux. Vous devez indiquer à tous les responsables de ces établissements la nécessité d'assurer notamment un entretien régulier du réseau de distribution d'eau et de mettre en oeuvre une surveillance de la contamination des réseaux. A cet effet, vous leur rappellerez qu'ils doivent détenir un dossier régulièrement actualisé comportant la description des différents réseaux d'eau de l'établissement, le protocole de maintenance et d'entretien, les résultats des analyses effectuées périodiquement dans le cadre de l'autosurveillance ou du contrôle sanitaire (par le laboratoire agréé) et, s'il y a lieu, le programme d'amélioration des réseaux, dossier que vous pourrez consulter en tant que de besoin.

Vous voudrez bien également trouver, ci-joint, l'arrêté modifiant celui de 1937 relatif au contrôle des sources d'eaux minérales et abrogeant l'arrêté du 20 juillet 1992. Les modifications par rapport à l'arrêté de 1992 concernent essentiellement le contenu des annexes I et II qui prennent en compte les nouvelles recommandations du CSHPF sur la fréquence des contrôles, le type d'analyses et les normes de qualité microbiologique de l'eau minérale naturelle.

En ce qui concerne la fréquence des contrôles, celle-ci s'étant révélée insuffisante, un renforcement du programme de contrôles est apparu nécessaire. Pour chacune des 3 catégories d'usage, le nombre de contrôles est devenu mensuel (cf : annexe I de l'arrêté ci-joint).

.../...

En l'absence de contamination au cours de la saison thermale, cette fréquence est ramenée pour la saison suivante et uniquement pour la catégorie d'usage concernée à un contrôle trimestriel. Aussi, si vous ne constatez pas de contamination au cours de la saison thermale 2000, le contrôle pourra pour l'année 2001, être ramené à une fréquence trimestrielle.

S'agissant des critères de qualité, le rapport du CSHPF (tableau n°1) fixe des valeurs-guides pour les micro-organismes revivifiables à 22°C et à 37°C ainsi que des valeurs impératives pour les coliformes à 37°C, les coliformes thermotolérants (*Escherichia coli*) cultivant à 44,5°C, les streptocoques fécaux (entérocoques), les germes anaérobies sporulés sulfito-réducteurs, *Legionella* et *Legionella pneumophila* ainsi que *Pseudomonas aeruginosa*. L'arrêté ci-joint précise les modalités réglementaires de vérification de la qualité de l'eau et reprend en annexe II les valeurs impératives proposées par le CSHPF. Ces critères sont plus sévères que ceux édictés en 1992. Toutefois, j'attire votre attention sur le fait que lors d'une contamination de l'eau à l'émergence, l'exploitation de la source ne doit être suspendue qu'après confirmation de cette contamination par une nouvelle analyse. Cette démarche est identique pour les points d'usage destinés à des soins en contact avec les muqueuses autres que respiratoires, l'ingestion d'eau minérale et les soins externes individuels (bains, douches) et collectifs (couloirs de marche, ...). Par contre, les points d'usage destinés aux soins en contact avec les muqueuses respiratoires ou susceptibles de provoquer un contact avec les muqueuses oculaires ou respiratoires devront être immédiatement fermés lorsqu'une contamination de l'eau est constatée.

Une source ayant fait l'objet d'une suspension ne devra être à nouveau exploitée qu'après deux contrôles négatifs effectués à une semaine d'intervalle. Quant aux points d'usage, leur réouverture est conditionnée par la réalisation de deux contrôles négatifs ; le premier prélèvement étant effectué au minimum trois jours après l'opération de rinçage et le second cinq jours plus tard.

Enfin, le CSHPF a souhaité qu'un groupe de travail spécifique soit mis en place concernant les piscines thermales. Dans l'attente de la fixation de normes spécifiques sur la qualité de l'eau minérale dans les piscines thermales, le CSHPF recommande un niveau d'exigence de qualité microbiologique de l'eau au moins équivalent à celui des piscines de loisirs. Afin d'atteindre cet objectif, vous voudrez bien rappeler à l'exploitant qu'il mette en œuvre les dispositions mentionnées dans le chapitre relatif aux piscines thermales du guide de bonnes pratiques sanitaires mentionné en référence. Toutefois, pour ce qui concerne la fréquence de contrôle, l'eau des piscines entre dans la catégorie des soins externes collectifs et à ce titre, peut être considéré comme un des points de contrôle de cette catégorie.

* * *

*

L'ensemble de ces dispositions trouve sa justification dans le fait que l'eau minérale naturelle est assimilable à un principe thérapeutique, dans les établissements thermaux où les pratiques induisent la formation d'aérosols auxquels les curistes et le personnel peuvent être exposés de manière prolongée. C'est pourquoi, je vous demande d'être extrêmement vigilant dans l'application de ces nouvelles dispositions qui doivent dès à présent être mises en œuvre.

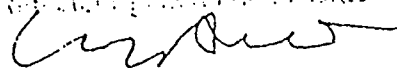
D'une manière générale, je vous rappelle que le suivi du fonctionnement et le contrôle sanitaire des règles d'hygiène dans ce type d'établissements relèvent de votre compétence. Aussi, je vous demande de veiller à ce que des visites de contrôles soient effectuées régulièrement en accompagnant notamment les laboratoires d'analyses d'eau pour leur fixer les points de prélèvements.

.../...

Je vous demande de diffuser ces textes aux directeurs d'établissements thermaux, aux directeurs des laboratoires agréés au titre du contrôle des eaux minérales naturelles ainsi qu'à tout intervenant que vous jugeriez utile.

Vous voudrez bien me tenir informé des difficultés éventuellement rencontrées.

Pour le ministre et par délégation
le directeur général de la santé



Professeur Lucien ABENHAÏM

ANNEXE I

POINTS ET FREQUENCES DE PRELEVEMENTS

A - A l'émergence

OUVERTURE DE L'ETABLISSEMENT	NOMBRE DE CONTROLES	TYPE D'ANALYSES
Plus de 7 mois / an	4 dont 1 avant l'ouverture	CM + BMO + BM1
Moins de 7 mois / an	3 dont 1 avant l'ouverture	CM + BMO + BM1

B - Aux points d'usage

CATEGORIES DE SOINS	NOMBRE DE CONTROLES*	TYPE D'ANALYSES
(1)	1 par mois** 1 par mois** 1 par trimestre	BMO BM1 CM
(2)'	1 par mois** au moins 1 par trimestre..... 1 par trimestre.....	BMO BM1 CM
(3)	1 par mois** au moins 1 par trimestre..... 1 par trimestre.....	BMO BM1 CM

* en conditions normales de fonctionnement

** en l'absence de contamination constatée au terme d'une saison thermale, cette fréquence est portée à 1 par trimestre pour la saison suivante.

- (1) : soins en contact direct avec les muqueuses respiratoires ou susceptibles de provoquer un contact avec les muqueuses oculaires et respiratoires
 (2) : soins en contact avec les autres muqueuses internes et ingestion d'eau minérale naturelle
 (3) : soins externes individuels (bains, douches) ou collectifs (couloir de marche,...)

ANNEXE II

NORMES DE QUALITE MICROBIOLOGIQUE DE L'EAU MINERALE NATUREL

	SOURCE	POINTS D'USAGE		
		(1)	(2)	(3)
Coliformes à 37°C dans 250 ml	Absence	Absence	Absence	Absence
Coliformes thermotolérants (<i>Escherichia coli</i>) à 44,5°C dans 250 ml	Absence	Absence	Absence	Absence
Streptocoques fécaux (entérocoques) dans 250 ml	Absence	Absence	Absence	Absence
Anaérobies sporulés sulfito-réducteurs dans 50 ml	Absence	Absence	Absence	Absence
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> dans 250 ml	Absence	Absence	Absence	Absence
<i>Legionella/ Legionella pneumophila</i> dans 1 litre	Absence	Absence	Absence	Absence

"Absence" signifie inférieur au seuil de détection de la méthode normalisée.

- 1) : soins en contact direct avec les muqueuses respiratoires ou susceptibles de provoquer un contact avec les muqueuses oculaires et respiratoires
- 2) : soins en contact avec les autres muqueuses internes et ingestion d'eau minérale naturelle
- 3) : soins externes individuels (bains, douches) ou collectifs (couloir de marche, ...)

ARRÊTÉ

modifiant l'arrêté du 14 octobre 1937 modifié
relatif au contrôle des sources d'eaux minérales

La secrétaire d'Etat à la santé et aux handicapés,

Vu l'article L 751 du Code de la Santé Publique ;

Vu le décret du 28 janvier 1860 modifié portant règlement d'administration publique relatif à la surveillance des sources et des établissements d'eaux minérales naturelles ;

Vu le décret n°57-404 du 28 mars 1957 modifié portant règlement d'administration publique sur la police et la surveillance des eaux minérales naturelles ;

Vu l'arrêté du 14 octobre 1937 modifié relatif au contrôle des sources d'eaux minérales ;

Vu l'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France ;

Arrête :

Article 1^{er} : Dans l'article 1^{er} de l'arrêté du 14 octobre 1937 susvisé, les 5^{ème}, 6^{ème} et 7^{ème} alinéas sont remplacés par le texte suivant :

"Les analyses de surveillance de l'eau minérale autre que conditionnée comprennent :

- une analyse de type CM comportant :

- la mesure :

- . de la conductivité à 25°C,
- . du pH,
- . de la température,
- . de l'alcalinité,

- le dosage d'au moins un élément caractéristique de l'eau minérale (notamment chlorures, sulfates, sulfures totaux, CO₂,...);

.../...

- une analyse type BMO :
 .dans 1 ml, le dénombrement des micro-organismes revivifiables à 36°C +/- 2°C après 44 h +/- 4 h et à 22°C +/- 2°C après 68 h +/- 4 h,
 .dans 50 ml, le dénombrement des germes anaérobies sporulés sulfito-réducteurs ;
 .dans 250 ml, le dénombrement des coliformes totaux cultivant à 37°C, des coliformes thermotolérants (*Escherichia coli*) cultivant à 44,5°C, des streptocoques fécaux (entérocoques) et des *Pseudomonas aeruginosa* ;

- une analyse type BM1 :
 .dans 1 litre, le dénombrement de *Legionella* dont *Legionella pneumophila*.

Pour les analyses microbiologiques précitées, l'ensemencement doit se faire dans les 12 heures qui suivent le prélèvement après conservation des échantillons à 6°C +/- 4°C pendant cette période.

Pour les établissements thermaux, les prélèvements réalisés en vue des analyses de surveillance, sont effectués à l'émergence et aux points d'usage, aux fréquences figurant à l'annexe I.

L'eau minérale naturelle exploitée à l'émergence et aux points d'usage dans un établissement thermal doit respecter les normes microbiologiques figurant à l'annexe II."

Article 2 : Les annexes I et II de l'arrêté du 14 octobre 1937 susvisé sont remplacées respectivement par les annexes I et II du présent arrêté.

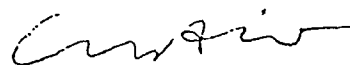
Article 3 : L'arrêté du 20 juillet 1992 modifiant l'arrêté du 14 octobre 1937 susvisé est abrogé.

Article 4 : Le directeur général de la santé est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le **19 JUIN 2000**

Pour la secrétaire d'Etat à la santé et aux handicapés et par délégation :

Le directeur général de la santé



Professeur Lucien ABERHAM

Tableau II : Echelle d'incapacité fonctionnelle pour l'évaluation des lombalgies (EIFEL).

QUESTIONNAIRE

1. Je reste pratiquement tout le temps à la maison à cause de mon dos	☐
2. Je change souvent de position pour soulager mon dos	☐
3. Je marche plus lentement que d'habitude à cause de mon dos	☐
4. A cause de mon dos, je n'effectue aucune des tâches que j'ai l'habitude de faire à la maison	☐
5. A cause de mon dos, je m'aide de la rampe pour monter les escaliers	☐
6. A cause de mon dos, je m'allonge plus souvent pour me reposer	☐
7. A cause de mon dos, je suis obligé(e) de prendre un appui pour sortir d'un fauteuil ...	☐
8. A cause de mon dos, j'essaie d'obtenir que d'autres fassent des choses à ma place	☐
9. A cause de mon dos, je m'habille plus lentement que d'habitude	☐
10. Je ne reste debout que de courts moments à cause de mon dos	☐
11. A cause de mon dos, j'essaie de ne pas me baisser ni de m'agenouiller	☐
12. A cause de mon dos, j'ai du mal à me lever d'une chaise	☐
13. J'ai mal au dos la plupart du temps	☐
14. A cause de mon dos, j'ai des difficultés à me retourner dans mon lit	☐
15. J'ai moins d'appétit à cause de mon mal de dos	☐
16. A cause de mon mal de dos, j'ai du mal à mettre mes chaussures (ou bas/collants) ...	☐
17. Je ne peux marcher que sur de courtes distances à cause de mon dos	☐
18. Je dors moins à cause de mon mal de dos	☐
19. A cause de mon dos, quelqu'un m'aide pour m'habiller	☐
20. A cause de mon dos, je reste assis(e) la plus grande partie de la journée	☐
21. A cause de mon dos, j'évite de faire de gros travaux à la maison	☐
22. A cause de mon mal de dos, je suis plus irritable que d'habitude et de mauvaise humeur avec les gens	☐
23. A cause de mon dos, je monte les escaliers plus lentement que d'habitude	☐
24. A cause de mon dos, je reste au lit la plupart du temps	☐

3/ NIVEAU DE PREUVE SCIENTIFIQUE DE LA LITTERATURE ET FORCE DES RECOMMANDATIONS (ADAPTE DU SCORE DE SACKETT)

Niveau de preuve scientifique de la littérature	Force des recommandations
Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de grande puissance (risques alpha et bêta faibles) - méta-analyses	Grade A
Niveau 2 - essais comparatifs randomisés peu puissants (risques alpha et bêta élevés)	Grade B
Niveau 3 - essais comparatifs contemporains non randomisés - études de cohorte Niveau 4 - essais comparatifs avec série historique Niveau 5 - séries de cas	Grade C

A N N E X E 7

RAPPORT SUR LA DEMANDE D'AGREMENT DE L'INDICATION RHUMATOLOGIE
ET SEQUELLES DE TRAUMATISMES OSTEO-ARTICULAIRES DE LA STATION THERMALE
DE BAINS LES BAINS

J. POUREL

Rappel de la mission

Examiner le dossier de demande relatif à l'agrément de l'orientation thérapeutique "Rhumatologie et séquelles de traumatismes ostéo-articulaires" pour la station thermale de Bains les-Bains (Vosges).

Examen des documents communiqués

1. Compte-rendu de l'enquête effectuée sur place le 27 avril 1990 par Melle MANCIAUX, Médecin-Inspecteur de la Santé, et Mr BONNEFOY, Ingénieur Sanitaire de la DDASS

Ce compte-rendu rappelle la situation géographique de la station et son agrément actuel pour les affections vasculaires artérielles. Il recense son potentiel médical et para-médical. On observe l'absence de rhumatologue à proximité immédiate (le plus proche exerçant à 30 km de la station) et la présence d'un masseur kinésithérapeute installé sur place. Les installations provisoires actuelles, qui ont permis l'étude récente de l'efficacité rhumatologique de la cure sont brièvement décrites. Mais aucun projet précis n'est exposé concernant les installations définitives, en cas d'agrément rhumatologique. De même, il n'est fait état d'aucune estimation concernant le personnel qui serait éventuellement recruté. Enfin, des "problèmes microbiologiques" sont évoqués.

2. Rapport d'expertise du Pr M. REVEL.

Ce rapport précise les ressources hydrominérales de la station (eau bicarbonatée sodique radioactive, oligométallique, thermale) et mentionne que "sur le plan microbiologique le rapport du laboratoire d'hygiène et de recherche en santé publique de la région Lorraine établi le 20.2.90, ne fait état d'aucune contamination". On y trouve aussi des informations concernant l'établissement consacré aux soins rhumatologiques qui se dérouleraient, peut-être aux "bains de la promenade" sur une surface totale de 900 m² environ ; l'équipement comprendrait, entre autre, une piscine centrale de 3 x 7 m.

3. Evaluation de l'efficacité de la cure thermaële de Bains les Bains sur les lombalgies dégénératives chroniques en fin de cure et à moyen terme.

Ce travail de F. CONSTANT, J.F. COLLIN, et F. GUILLEMIN s'est

proposé de mesurer l'efficacité de la cure thermale à Bains les Bains dans la pathologie ostéo-articulaire. Il a été mené de façon rigoureuse en comparant 1 groupe de 50 patients traités à 1 groupe de 52 témoins. Ces groupes étaient composés uniquement de lombalgies d'origine arthrosique. La comparaison des différents paramètres subjectifs et quantitatifs, en fin de cure et à moyen terme, est en faveur d'un effet bénéfique de la cure thermale sur ces lombalgies dégénératives.

4. Résumés des 149 observations recueillies par les médecins thermaux de Bains les Bains et transmis par le Dr J.C. THEBAUT.

Ce travail préliminaire fait état d'un pourcentage élevé d'améliorations fonctionnelles dans diverses pathologies dégénératives de l'appareil locomoteur.

Discussion

L'évaluation clinique de l'efficacité de la cure, telle qu'elle a été réalisée, constitue un argument important en faveur de l'agrément de l'indication rhumatologique de Bains les Bains. Comme ses auteurs le remarquent eux-mêmes, on peut regretter, dans l'absolu, que cet essai comparatif n'ait pas été mené en double insu contre placebo. Mais si une telle exigence s'impose généralement en matière d'essai médicamenteux, elle est évidemment absurde lorsqu'il s'agit de juger l'effet d'une cure thermale. En outre, l'arthrose rachidienne, qui a fait l'objet de l'essai, représente une des indications majeures du traitement thermal et il paraît raisonnable de supposer que les résultats obtenus se vérifieront dans les autres formes de pathologie rhumatologique et dans les séquelles de traumatismes ostéo-articulaires dont le traitement est prévu. Il faut souligner, enfin, le caractère exceptionnel de ce travail d'évaluation clinique qui est remarquable par son effort de rigueur méthodologique, et qui correspond à une demande formulée actuellement avec insistance (1).

Mais les installations et les équipements à venir, comme l'encadrement en personnel médical et non médical, demeurent trop imprécis pour que l'on puisse formuler un avis motivé qui devrait tenir compte, aussi, de prévisions argumentées sur l'augmentation espérée de fréquentation de la station. La discussion devrait également être alimentée par des

précisions sur la façon de régler les "problèmes microbiologiques" qui ont été rencontrés.

Conclusions

Compte-tenu de l'évaluation de l'efficacité de la cure thermique à Bains les Bains qui vient d'être effectuée, un avis favorable peut être donné à l'agrément de l'indication rhumatologie et séquelles de traumatismes ostéo-articulaires pour cette station. Mais cet agrément ne saurait être confirmé que sous réserve de la présentation d'un projet précis indiquant :

- les prévisions d'activité dans cette pathologie
- une description des installations destinées aux traitements : conditions d'accès, conditions de circulation interne, débit des eaux thermales, appareillage et moyens divers disponibles en fonction des techniques thérapeutiques qui seront mises en oeuvre (en particulier les soins en piscine)
- une estimation des moyens en personnel (notamment en personnel spécialisé pour des soins rhumatologiques)
- une indication des moyens prévus pour régler les problèmes microbiologiques.

1 - SCHILLINGER (Ph.)

Les cures thermales : une thérapeutique à évaluer.

Prescrire, 1990, 10, (93), 70-75

A N N E X E 8

RAPPORT SUR LA DEMANDE D'AGREMENT DE L'INDICATION RHUMATOLOGIE
ET SEQUELLES DE TRAUMATISMES OSTEO-ARTICULAIRES DE LA STATION THERMALE
DE BAINS LES BAINS

M. REVEL

Située dans le sud du département des Vosges à 77 km de Nancy et à environ 30 km d'Epinal et de Remirmont, la station de Bains les Bains a une longue histoire de thermalisme depuis l'ère romaine et surtout à partir du XIXème siècle comme le relate la thèse de pharmacie présentée par Louis MONAL en 1936.

La station est actuellement agréée pour le traitement des affections vasculaires artérielles et la compagnie française du thermalisme demande un 2ème agrément pour les affections rhumatologiques.

LES RESSOURCES HYDRO-MINERALES

La station de Bains les Bains possède plusieurs sources dont les débits interfèrent entre eux au sein d'un même établissement et même de l'un à l'autre. Les mesures effectuées le 3.1.90 donnaient les valeurs suivantes :

SOURCES	DEBITS L/HEURE
Artéria	5 999
Romaine	186
Souterraine	857
Robinet de Fer	1 499
Grosse source	757
Tempérée	415
De la Vache	114
X	111
Total Bains Romains	9 928
Casquin	1 800
Féconde	7 200
Promenade	4 500
Silicia	2 000
Total Bain de la promenade	15 500
Soit un total de	25 428 L/Heure

Il apparaît donc un débit total de 25 428 L/heure. En fait l'eau distribuée aux curistes à l'occasion des soins thermaux correspond à un mélange des différentes sources exploitées regroupées d'une part dans le mélange des bains romains avec un débit de 9 928 l/h. et dans le mélange des bains de la promenade avec un débit de 15 500 l/h. La température dans les réservoirs est de 44° à 45°.

Les caractéristiques hydrominérales doivent aussi être évaluées au niveau du mélange des 2 réservoirs exploités. Dans les 2 cas il s'agit d'eau à faible minéralisation (entre 230 mg et 360 mg de résidu sec par litre) de type eau bicarbonatée sodique, radioactif, oligométallique, thermale, voisine d'autres stations situées dans la région.

Les principaux paramètres sont regroupés en annexe.

Sur le plan microbiologique le rapport du laboratoire d'hygiène et de recherche en santé publique de la région lorraine établi le 20.2.90 ne fait état d'aucune contamination. Par contre, le rapport de la DDASS établi le 9.7.88 note que des "problèmes micro-biologiques" auraient été rencontrés au début de la saison 1990 et seraient actuellement réglés mais aucune analyse récente ne vient corroborer cette affirmation.

INSTALLATIONS ET EQUIPEMENTS

Il n'est pas précisé dans le dossier si les soins pour l'orientation rhumatologique seront réalisés aux bains romains, aux bains de la promenade, ou dans les deux établissements à la fois. Le rapport de la DDASS ainsi qu'un rapport adressé à Mr. CASTELBOU le 2.10.89 semble plutôt envisager l'utilisation des bains de la promenade. Le plan des locaux de cet établissement figurant dans le dossier montre une surface totale d'environ 900 m² sur 3 étages comportant déjà :

- une piscine centrale de 3 mètres sur 7 (profondeur non précisée). Elle paraît difficilement accessible à un certain nombre de handicapés. 13 cabines et 2 douches.

- A l'entre sol : 15 cabines, 2 douches et une surface centrale peut être

destinée à une autre piscine mais actuellement non fonctionnelle.

- Au premier étages 18 piscines individuelles et 2 douches.

Ces surfaces paraissent suffisantes pour effectuer les différents soins thermaux prévus dans le rapport de la DDASS (séances de mobilisation en piscine, douche pénétrante, douche locale ou jet, cataplasme individuel aux boues de Kaolin). Des précisions sur les équipements nécessaires pour ces soins auraient été souhaitables et en particulier l'adaptation des locaux et des circulations aux déplacements des patients handicapés utilisant parfois des fauteuils roulants.

LE PERSONNEL

Il n'existe pour le moment ni médecin compétent en rhumatologie et en rééducation fonctionnelle, ni kinésithérapeute dans l'établissement. Une kinésithérapeute exerçant en activité libérale dans la station a participé à l'étude d'évaluation à titre gracieux.

L'exploitant prévoit un potentiel nouveau d'environ 500 curistes dès la première année susceptibles de bénéficier de l'orientation rhumatologique. Le dossier ne fait état d'aucune estimation du personnel nécessaire (nombre de kinésithérapeutes et de préposés aux différentes activités complémentaires). L'infirmière recrutée pendant la saison assurerait la charge supplémentaire de la nouvelle orientation.

Outre les médecins thermaux de la station qui ont d'ailleurs participé à l'évaluation, un rhumatologue aurait l'intention de s'installer à Bains les Bains.

EVALUATION CLINIQUE

Elle a été effectuée en collaboration avec la faculté de médecine de Nancy (Pr. POUREL et Pr. BOULANGE). Un rapport intermédiaire signé des Docteurs F.CONSTANT, J.F.COLLIN et F.GUILLEMAIN figure dans le dossier.

La méthodologie est inspirée des essais cliniques habituels en pharmacologie. Malgré quelques imperfections liées au type de traitement évalué, on peut estimer qu'elle est tout à fait correcte et en tout cas pour le moment unique dans le domaine de la médecine thermale. L'essai a porté sur l'efficacité de la cure thermale de Bains les Bains sur les lombalgies dégénératives chroniques. Le recrutement des malades était assuré par des médecins thermaux de la station et le suivi de l'étude par un médecin recruté par la Faculté de Médecine. 102 malades ont été randomisés en 2 groupes, le premier comportant 50 patients bénéficiant d'une cure immédiate gratuite, le groupe témoin poursuivant son traitement habituel dans un premier temps et bénéficiera d'une cure gratuite différée de 8 mois. Une évaluation était prévue pour les 2 groupes en début de cure, en fin de cure et 8 mois après la fin de cure. Les critères d'évaluation ont été bien choisis.

Les deux groupes ne différaient pas avant la cure. Au décours immédiat de la cure il apparaît que la plupart des paramètres sont significativement améliorés dans le groupe traité par rapport au groupe témoin. Huit mois après la fin de la cure l'amélioration semble se maintenir dans le groupe traité et la différence est toujours en faveur des curistes pour la plupart des paramètres. Les résultats sont très bien discutés par les auteurs qui font les réserves raisonnables nécessaires.

En conclusion de l'étude du dossier qui nous a été soumis, il ressort que les eaux de Bains les Bains peuvent théoriquement convenir au traitement des affections rhumatologiques et des séquelles de traumatismes. De plus, le travail d'évaluation clinique des effets de la cure de Bains les Bains sur une pathologie rhumatismale doit être félicité et suggère fortement une efficacité à court et moyen terme sur la lombalgie commune. Il nous paraît donc logique d'émettre un avis favorable sur la demande d'orientation pour le traitement des affections rhumatologiques et des séquelles de traumatismes sous réserve d'obtenir un projet détaillé sur les installations qui prennent en compte l'accessibilité aux handicapés et sur le personnel qualifié qui sera affecté à cette orientation avec une estimation du nombre prévu de malades par kinésithérapeute.

RESERVOIR DE LA PROMENADE

Paramètres physico-chimiques

Température eau : 44°2
 pH : 7,95
 Résidus secs à 105-110°C : 360 mg/l
 Résidus secs à 500°C : 235 mg/l

Paramètres substances indésirables

Nitrates (mg/l) : 3,8
 Nitrites (mg/l) : 0,00
 Ammonium (mg/l) : 0,00
 Oxydabilité au KMnO4 (mg/l) : 0,19
 Fer (ug/l) : 10
 Manganèse (ug/l) : 1
 Fluor (ug/l) : 7 120

Bilan ionique

CATIONS	mg/l	ANIONS	mg/l
Calcium (en Ca ⁺⁺)	30,1	Carbonique (en CO3 ⁻⁻)	0
Magnésium (en Mg ⁺⁺)	1,2	Bicarbonique (en HCO3 ⁻)	124
Ammonium (en NH4 ⁺)	0,00	Chlore (en Cl ⁻)	18,3
Sodium (en Na ⁺)	69	Sulfurique (en SO4 ⁻⁻)	104,5
Potassium (en K ⁺)	9,2	Nitreux (en NO2 ⁻)	0,00
Fer (en Fe ⁺⁺)	0,01	Nitrique (en NO3 ⁻)	3,8
Manganèse (en Mn ⁺⁺)	0,001	Phosphorique (en PO4 ⁻⁻⁻⁻)	0,10

RESERVOIR du BAIN ROMAIN

Paramètres physico-chimiques

Température eau : 45°
pH : 7,73
Résidus secs à 105-110°C : 345 mg/l
Résidus secs à 500°C : 230 mg/l

Paramètres substances indésirables

Nitrates (mg/l) : 3,6
Nitrites (mg/l) : 0,00
Ammonium (mg/l) : 0,00
Oxydabilité au KMnO4 (mg/l) : 0,04
Fer (ug/l) : 0
Manganèse (ug/l) : 11
Fluor (ug/l) : 6 810

Bilan ionique

CATIONS	mg/l	ANIONS	mg/l
Calcium (en Ca^{++})	24,0	Carbonique (en CO_3^{--})	0
Magnésium (en Mg^{++})	2,4	Bicarbonique (en HCO_3^-)	115
Ammonium (en NH_4^+)	0,00	Chlore (en Cl^-)	17,7
Sodium (en Na^+)	72	Sulfurique (en SO_4^{--})	103,2
Potassium (en K^+)	9,2	Nitreux (en NO_2^-)	0,00
Fer (en Fe^{++})	0,00	Nitrique (en NO_3^-)	3,6
Manganèse (en Mn^{++})	0,011	Phosphorique (en PO_4^{--})	0,13



VU

NANCY, le 7 JANVIER 2004
Le Président de Thèse

NANCY, le 8 JANVIER 2004
Le Doyen de la Faculté de Médecine
Par délégation

Professeur M. BOULANGÉ

Professeur H. COUDANE

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE

NANCY, le 12 JANVIER 2004

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY 1

Professeur C. BURLET

RESUME DE LA THESE

Bains-les-Bains, station thermale du sud des Vosges, réputée depuis un siècle pour le traitement des maladies cardio-artérielles, connaît depuis plus de dix ans une fréquentation croissante, grâce à l'agrément dans un nouveau domaine thérapeutique, celui des affections de l'appareil locomoteur, à la suite d'une évaluation rigoureuse de l'efficacité de cures en rhumatologie par des tests de qualité de vie et la surveillance de la consommation médicamenteuse .

Déjà dans son histoire, dont l'origine remonte à l'époque romaine, les bienfaits des cures ont constitué la cause primordiale de sa fréquentation . Une revue générale des études anciennes et récentes, menées à Bains-les-Bains, permet de dégager les principaux mécanismes susceptibles d'expliquer l'action de la cure, étayés par d'autres travaux réalisés de par le monde sur le thermalisme . Trois caractéristiques principales des eaux de Bains semblent devoir être retenues pour expliquer les bons résultats observés ; leur thermalité, leur radioactivité liée à l'émanation de radon, et la présence de certains éléments particuliers comme la silice . Ces facteurs, ajoutés à d'autres comme les techniques de la crénothérapie et les effets globaux des cures, rendent compte de la complexité des modes d'action, et de l'aspect multifactoriel du traitement thermal .

TITRE ANGLAIS :

RECENT RISE OF BAINS-LES-BAINS SPA :
EVALUATION OF A NEW THERAPEUTIC ORIENTATION

RESUME DE THESE EN ANGLAIS :

Bains-les-Bains is a famous spa of eastern France for the treatment of cardio-arterial diseases for more than one century . Frequenting of the thermals baths increases since the acknowledgment of a new indication for rheumatologic diseases, ten years ago, after a thorough evaluation of thermal efficiency, especially through medicinal consumption's decrease . The main action's mechanisms, according to the studies performed in Bains-les-Bains or all over the world, are inspected to explain those efficient results . Three features of the water have to be underlined : the heat, the radioactivity linked to radon, and some of the components like silica . The others elements of the treatment at a spa, like balneology's techniques or overall effects of a cure, are examined ; they showed the complexity and the complementarity of the spa therapy's mechanisms .

THESE : MEDECINE GENERALE - Année 2004

MOTS CLEFS : Balnéologie , Hydrothérapie , Eau minéralisée , Silice , Radon

INTITULE ET ADRESSE DE L'U.F.R. :

Faculté de Médecine de Nancy

9, avenue de la Forêt de Haye

54505 VANDOEUVRE-LES-NANCY Cedex
