

Patrice Queneau • Christian Roques

La médecine thermale

Données scientifiques

Préface du **Professeur Daniel Couturier**
Secrétaire perpétuel de l'Académie nationale de médecine

La médecine thermale

Données scientifiques

À la mémoire du Professeur Claude Laroche

La médecine thermale

Données scientifiques

Coordinateurs

Patrice Queneau • Christian Roques

Préface du Professeur Daniel Couturier

Secrétaire perpétuel de l'Académie nationale de médecine



Éditions John Libbey Eurotext

127, avenue de la République
92120 Montrouge, France
Tél : 01 46 73 06 60
e-mail : contact@jle.com
<http://www.jle.com>

John Libbey Eurotext Limited
34 Anyard Road, Cobham
Surrey KT11 2LA, England

ISBN 978-2-7420-1549-8

© Éditions John Libbey Eurotext, 2018

Il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'Exploitation du Droit de Copie, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris.

Auteurs

Luc Aquilina, professeur des universités, Université de Rennes I, Géosciences, 263, avenue Général Leclerc, 35042 Rennes cedex

Jean-Claude Béani, professeur de dermatologie, membre correspondant de l'Académie nationale de médecine, Université de Grenoble, Hôpital Albert Michallon, 38700 La Tronche

Yves-Jean Bignon, professeur de cancérologie, Université de Clermont-Ferrand, Centre Jean Perrin, 58, rue Montalembert, 63011 Clermont-Ferrand cedex

Guillaume de Bonnecaze, chef de clinique d'ORL, Université Toulouse III, Service d'ORL, Hôpital Larrey, 24, chemin de Pouvoirville, 31059 Toulouse cedex 9

Claude-Eugène Bouvier, délégué général du Conseil national des établissements thermaux (CNETH), administrateur de l'European Spas Association (ESPA), membre du Collège des économistes de la santé, 1, rue Cels, 75014 Paris

Catherine Buffet, professeur de gastro-entérologie, membre correspondant de l'Académie nationale de médecine, Université de Paris, Service d'hépatogastro-entérologie, Hôpital Bicêtre, 78, rue du Général Leclerc, 94270 Le Kremlin-Bicêtre

Patrick Carpentier, professeur de médecine vasculaire, Université de Grenoble, Service de médecine vasculaire, CHU de Grenoble, avenue Maquis du Grésivaudan, 38700 La Tronche

Christine Damase-Michel, maître de conférences de pharmacologie, Université Toulouse III, 37, allée Jules Guesde, 31000 Toulouse

Pierre-Louis Delaire, dermatologue, médecin thermal, 11, cours Pasteur, 86270 La Roche-Posay

Evelyne Delrez, dermatologue, médecin thermal, boulevard Victor Hugo, 86270 La Roche-Posay

Alain Didier, professeur de pneumologie, Université Toulouse III, Service de pneumologie, Hôpital Larrey, 24, chemin de Pouvoirville, 31059 Toulouse cedex 9

Leilla Dorothée, chargée de projet du Conseil national des établissements thermaux (CNETH), 1, rue Cels, 75014 Paris

Olivier Dubois, médecin psychiatre, médecin thermal, Établissement thermal de Saujon, 17600 Saujon

Karine Dubourg, docteur en pharmacie, ingénieur de travaux, Université de Bordeaux, directrice-adjointe de l'Institut du thermalisme, rue Sainte-Ursule, 40100 Dax

Geneviève Durrieu, maître de conférences de pharmacologie, Université Toulouse III, 37, allée Jules Guesde, 31000 Toulouse

Romain Forestier, rhumatologue, médecin thermal, 15, avenue Charles de Gaulle, 73100 Aix-les-Bains

Jean-Philippe Fouquey, docteur en pharmacie, 1, allée Jean Rostand, 33650 Martillac

Monique Fourot-Bauzon, pneumologue, médecin thermal, 115, place Choussy, 63150 La Bourboule

Alain Françon, rhumatologue, médecin thermal, 12, rue Albert 1^{er}, 73100 Aix-les-Bains

Christian Funck-Brentano, professeur de pharmacologie, Sorbonne Universités, Service de pharmacologie, Hôpital Pitié-Salpêtrière, 47-83, boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris

Laurent Grange, docteur ès sciences médicales, praticien hospitalier de rhumatologie, Service de rhumatologie, CHU de Grenoble, Hôpital Sud, 38434 Echirolles cedex

Christian Hérisson, professeur de médecine physique et de réadaptation, Université de Montpellier, Hôpital Lapeyronie, 371, avenue du Doyen Gaston Giraud, 34295 Montpellier

Jacques Hubert, professeur d'urologie, Université de Nancy, Service d'urologie, Hôpital de Brabois, rue du Morvan, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy

Caroline Hurault-Delarue, chargé d'étude de pharmacologie, Faculté de médecine, 37, allée Jules Guesde, 31000 Toulouse

Pascale Jeambrun, médecin nutritionniste, médecin thermal, rédactrice en chef de la Presse thermique et climatique, 64, avenue des Gobelins, 75013 Paris

Claude Jeandel, professeur de gériatrie, Université de Montpellier, Centre Antonin Balmès, 39, avenue Charles Flahault, 34295 Montpellier

Sébastien Labarthe, docteur ès sciences, chercheur, Institut du thermalisme, rue Sainte-Ursule, 40100 Dax

Isabelle Lacroix, praticien hospitalier de pharmacologie, CHR de Toulouse, Faculté de médecine, 37, allée Jules Guesde, 31000 Toulouse

Jean-Michel Lecerf, médecin nutritionniste, Institut Pasteur, 1, rue du Professeur Calmette, 59000 Lille

Jean-Louis Montastruc, professeur de pharmacologie, membre de l'Académie nationale de médecine, Université Toulouse III, 37, allée Jules Guesde, 31000 Toulouse

Emmanuelle Mouchon, chef de clinique d'ORL, Université Toulouse III, Service d'ORL, Hôpital Larrey, 24, chemin de Pouvoirville, 31059 Toulouse cedex 9

Jean-Pierre Nicolas, professeur émérite de biochimie, Université de Nancy, membre de l'Académie nationale de médecine, 16, rue Bonaparte, 75006 Paris

Élise Noël-Savina, chef de clinique de pneumologie, Université Toulouse III, Service de pneumologie, Hôpital Larrey, 24, chemin de Pouvoirville, 31059 Toulouse cedex 9

Patrice Queneau, professeur émérite de thérapeutique, doyen honoraire de la Faculté de médecine de Saint-Etienne, membre de l'Académie nationale de médecine, 1, impasse des Cèdres, 69390 Vernaison

Christian-François Roques, professeur émérite de médecine physique et de réadaptation, membre correspondant de l'Académie nationale de médecine, Université Toulouse III, 22, rue Lalande, 75014 Paris

Clément-Charles Roques, docteur ès géosciences, maître de conférences, Département des sciences de la terre, école Polytechnique fédérale de Zürich, 8092 Zürich, Switzerland

Marie-Cécile Roques-Massie, médecin gynécologue, 15, quai Lucien Lombard, 31000 Toulouse

Brigitte Sandrin, médecin de santé publique, Association française pour le développement de l'éducation thérapeutique, 18, passage de la Bonne Graine, 75011 Paris

Marion Sécher, praticien hospitalier de gériatrie, CHU de Toulouse, Hôpital Rangueil, 1, avenue du Pr Poulhès, 31059 Toulouse

Elie Serrano, professeur d'ORL, doyen de la Faculté de médecine de Toulouse-Rangueil, Université Toulouse III, Service d'ORL, Hôpital Larrey, 24, chemin de Pouvoirville, 31059 Toulouse cedex 9

Agnès Sommet, maître de conférences de pharmacologie, Université Toulouse III, 37, allée Jules Guesde, 31000 Toulouse

Céline Tabone, médecin gériatologue, médecine thermale, 1262, rue de Provence, 65130 Capvern-les-Bains

Richard Trèves, professeur émérite de thérapeutique, membre correspondant de l'Académie nationale de médecine, Université de Limoges, CHU Dupuytren, 2, avenue Martin Luther King, 87042 Limoges

Christiane Vaugeois, médecine thermale, Le Manoir, route d'Ornolac, 09400 Ussat-les-Bains

Bruno Vellas, professeur de gériatologie, membre de l'Académie nationale de médecine, Université de Toulouse III, Gériatopôle, Cité de la Santé, 20, rue du pont Saint-Pierre, 31054 Toulouse

Philippe Vergnes, odontologiste, président d'honneur de la Société française de thermalisme bucco-dentaire, Sempé, 32410 Castéra-Verduzan

Sommaire

Préface	XIII
<i>D. Couturier</i>	

Partie 1 Cure thermique

Chapitre 1. Réglementation	3
<i>C.-E. Bouvier</i>	
Chapitre 2. Produits hydrothermaux	15
<i>K. Dubourg, J.-P. Fouquey, S. Labarthe</i>	
Chapitre 3. Hydrogéologie et origine des fluides hydrothermaux	23
<i>C.-C. Roques, L. Aquilina</i>	
Chapitre 4. Climatologie médicale	31
<i>P. Jeambrun</i>	
Chapitre 5. Soins hydrothermaux	39
<i>C.-F. Roques, C.-E. Bouvier</i>	
Chapitre 6. Rôle de l'Académie nationale de médecine	49
<i>P. Queneau, J.-P. Nicolas, R. Trèves, C.-F. Roques</i>	
Chapitre 7. Cures thermale à l'étranger	57
<i>C.-E. Bouvier</i>	

Partie 2

Formation – Évaluation

Chapitre 8. Formation des médecins.....	73
<i>C. Hérisson, P. Queneau, C.-F. Roques</i>	
Chapitre 9. Formations aux métiers du thermalisme	83
<i>K. Dubourg</i>	
Chapitre 10. Évaluation clinique de la médecine thermique.....	89
<i>C.-F. Roques, C. Funck-Brentano</i>	
Chapitre 11. Pharmacopidémiologie : un modèle d'actualité pour l'évaluation de la médecine thermique.....	103
<i>A. Sommet, C. Hurault-Delarue, I. Lacroix, C. Damase-Michel, G. Durrieu, J.-L. Montastruc</i>	
Chapitre 12. Évaluation des cures thermales sur le plan économique ...	111
<i>C.-E. Bouvier</i>	

Partie 3

Médecine thermique et santé publique

Chapitre 13. Maladies chroniques et enjeux de santé publique	127
<i>C.-F. Roques</i>	
Chapitre 14. Prévention en médecine thermique	133
<i>C.-F. Roques, C.-E. Bouvier</i>	
Chapitre 15. Éducation thérapeutique du patient.....	141
<i>B. Sandrin, C.-F. Roques</i>	
Chapitre 16. Douleur chronique	147
<i>C.-F. Roques, P. Queneau</i>	

Chapitre 17. Réhabilitation, pratique sportive	157
<i>C.-F. Roques</i>	

Chapitre 18. Prescription et réalisation de la cure thermique.....	169
<i>C.-F. Roques, L. Dorothée</i>	

Partie 4

Pathologies

Chapitre 19. Rhumatologie	179
<i>A. Françon, R. Forestier</i>	

Chapitre 20. Fibromyalgie	197
<i>C.-F. Roques</i>	

Chapitre 21. Ostéoporose.....	203
<i>C.-F. Roques, L. Grange</i>	

Chapitre 22. Affections neurologiques chroniques	209
<i>C.-F. Roques</i>	

Chapitre 23. Affections vasculaires chroniques	217
<i>P. Carpentier</i>	

Chapitre 24. Affections des voies respiratoires	229
<i>E. Mouchon, E. Noël-Savina, G. de Bonnecaze, A. Didier, E. Serrano</i>	

Chapitre 25. Dermatologie	245
<i>P.-L. Delaire, E. Delrez, J.-C. Béani, C.-F. Roques</i>	

Chapitre 26. Affections des muqueuses buccolinguales.....	261
<i>P. Vergnes, C.-F. Roques</i>	

Chapitre 27. Affections digestives	267
<i>C. Buffet</i>	

Chapitre 28. Maladies métaboliques	275
<i>C. Buffet, J.-M. Lecerf, C.-F. Roques</i>	
Chapitre 29. Affections urinaires chroniques.....	285
<i>J. Hubert, C. Tabone, C.-F. Roques</i>	
Chapitre 30. Affections gynécologiques chroniques	297
<i>M.-C. Roques-Massie, C. Vaugeois, C.-F. Roques</i>	
Chapitre 31. Addictions	305
<i>O. Dubois</i>	
Chapitre 32. Troubles anxieux.....	311
<i>O. Dubois</i>	
Chapitre 33. Pédiatrie	319
<i>M. Fourot-Bauzon, P.-L. Delaire, P. Jeambrun, C.-E. Bouvier, C.-F. Roques</i>	
Chapitre 34. Gériatrie.....	331
<i>B. Vellas, M. Sécher, C. Jeandel, C.-F. Roques, C.-E. Bouvier</i>	
Chapitre 35. Cancers	341
<i>Y.-J. Bignon</i>	

Partie 5 Perspectives

Chapitre 36. Le point de vue de quatre témoins	351
<i>H. Desfour, D. Faure-Imbert, J.-P. Grouzard, A. Guérard</i>	
Chapitre 37. Le point de vue des auteurs-coordonateurs	363
<i>P. Queneau, C.-F. Roques</i>	

Préface

Lorsqu'il m'a été fait l'honneur d'entrer à l'Académie nationale de médecine, j'avais, comme beaucoup de médecins de ma génération passionnés par les acquis rapides de la médecine scientifique, une certaine réserve et en fait une réelle ignorance sur la place qu'il faut reconnaître à la médecine thermique dans les moyens de traitement.

Ma participation depuis de nombreuses années aux activités de cette institution et les responsabilités qui m'y ont été confiées m'ont conduit à y regarder de plus près. L'Académie est chargée institutionnellement de fournir aux pouvoirs publics l'expertise sur les demandes d'autorisation d'exploiter les eaux thermales en France, c'est-à-dire qu'il lui est demandé des avis sur la pertinence des indications revendiquées, l'importance du bénéfice attendu, tout en s'assurant de la qualité sanitaire de l'eau ou des boues thermales.

Considérée depuis près de 500 ans comme une pratique thérapeutique nécessaire, et pendant longtemps essentielle, la médecine thermique n'apportait des arguments en faveur des bénéfices apportés que par la simple observation. Il ne faut pas s'étonner qu'à la suite du rapide développement de puissants agents thérapeutiques, le rôle thérapeutique du thermalisme ait été contesté.

L'Académie nationale de médecine s'est trouvée dans une étrange situation. Chargée statutairement d'examiner le rôle thérapeutique des cures thermales et dès lors régulièrement interrogée par les pouvoirs publics sur les eaux thermales, l'Académie comptait dans ses rangs un nombre croissant de membres qui n'admettaient pas qu'on prenne en considération une pratique thérapeutique n'ayant pas apporté la preuve scientifique de son efficacité.

La rigueur s'était emparée de la thérapeutique médicale. Un nouveau traitement ne pouvait être reconnu qu'après qu'ait été déterminé le service médical rendu (SMR) ou l'amélioration du service médical rendu (ASMR) si un moyen efficace de traitement était déjà disponible. Les essais contrôlés, en aveugle, satisfaisant aux impératifs d'une méthodologie irréprochable et apportant des résultats statistiques incontestables, étaient devenus la règle incontournable.

Dans ce contexte, où situer le thermalisme et, pour l'Académie nationale de médecine, comment assurer sa mission auprès des pouvoirs publics ? Fallait-il reconnaître cette évaluation impossible et renoncer à la mission qualifiée parfois de régaliennne, mais plus simplement qu'elle était seule à assumer ? Fallait-il plutôt, tenant compte de l'enjeu sanitaire de la médecine thermique, chercher des méthodes adaptées au thermalisme pour en prouver les indications et l'efficacité ? C'est à cette deuxième approche que se sont employés les responsables de la commission compétente de l'Académie. Il ne leur avait pas échappé que le bénéfice apporté par la cure thermique relevait

de facteurs de diverses natures souvent difficiles à mesurer. Si l'essai randomisé devait rester la référence, il fallait l'adapter aux traitements thermaux. La commission compétente a su faire appel aux meilleurs experts, aux organismes les plus compétents, aux équipes les plus motivées pour adapter la médecine thermique aux exigences d'une évaluation objective. Ce patient travail a permis d'aboutir à l'élaboration de recommandations pour la constitution des demandes d'autorisation et à la définition de critères d'efficacité thermique maintenant largement reconnus. Cette démarche était absolument nécessaire pour que l'Académie continue à assurer sa responsabilité, sans pour autant être accusée d'archaïsme ou de laxisme, et qu'elle porte atteinte à l'autorité dont elle dispose dans ses avis et recommandations sur l'ensemble des questions de santé.

La rigidité des règles issues de la médecine basée sur les preuves (*evidence based medicine*), en même temps que la place de la technologie et de la haute technologie ayant acquis des rôles déterminants, comme cela a vite été dénoncé, la relation médecin-malade en a été affectée, pour ne pas dire dénaturée, et la prise en compte de la personne dans sa particularité compromise.

Il faut donner au patient chronique l'occasion de consacrer un temps prolongé à sa santé avec l'écoute et les conseils des personnels de santé qualifiés pour trouver les meilleurs moyens de soulager ou de compenser les inconvénients de sa maladie. Au-delà des moyens ciblés sur le processus pathologique lui-même, il faut maintenant se préoccuper de tirer le meilleur parti des thérapies complémentaires. Dans cette perspective, le thermalisme doit apporter une précieuse contribution. Au moment où l'on dénonce l'affaiblissement de l'humanisme en médecine, il n'est pas abusif de reconnaître à la médecine thermique un moyen d'y faire face. La médecine thermique est capable d'apporter une réponse à la demande d'une médecine fondée sur la personne.

C'est pourquoi il faut remercier et féliciter les auteurs et tous les contributeurs de cet ouvrage. Ils ont réussi à apporter une remarquable somme d'informations sur cette pratique médicale très spécifique. Les questions réglementaires comme les caractéristiques fondamentales des moyens de traitement et comme la formation des personnels qualifiés ont été abordées. Les thèmes les plus contestés ont été traités avec objectivité. Les professionnels, comme les usagers, ne manqueront pas d'aller chercher dans ces pages les informations qui leur sont nécessaires.

Professeur Daniel Couturier
*Secrétaire perpétuel de
l'Académie nationale de médecine*

Partie 1

Cure thermique

Réglementation

C.-E. Bouvier

Introduction

L'activité thermique a fait l'objet de multiples lois, dont certaines fondatrices, qui ont été publiées dès le règne de Napoléon III (loi du 14 juillet 1856 et décret du 8 septembre 1856 relatifs à la déclaration d'intérêt public et au périmètre de protection des sources, à l'inspection et aux conditions générales de fonctionnement des établissements thermaux). L'établissement thermal en tant qu'entité juridique *sui generis* reste néanmoins introuvable. C'est d'ailleurs l'observation que formulait Pierre Deloménie, inspecteur général des affaires sociales, dans son *Rapport sur le thermalisme français* [1] en octobre 2000 : « Le thermalisme et, de manière plus générale, le champ des eaux minérales, est régi par des textes nombreux, dispersés, parfois anciens, avec des zones d'ombre voire de carence, qui forment un cadre juridique baroque à l'activité thermique ».

Bien que délivrant des prestations de santé, l'établissement thermal n'est pas considéré, sous l'angle de son statut juridique, comme un établissement de santé. La 6^e partie du Code de la santé publique (CSP), dresse une liste des « établissements et services de santé » qui ne fait pas référence à l'établissement thermal. L'exception réside dans le cas particulier de l'hôpital thermal, tel celui de Dax-Côte d'Argent, dont le statut d'établissement de santé lui est d'ailleurs conféré, non pas par son caractère thermal, mais par son activité hospitalière. On notera qu'un établissement thermal, qu'il soit qualifié d'établissement de santé ou non, n'exerce pas à notre sens de mission de service public telle que définie aux articles L. 6112-1 et L. 6112-2 du CSP (absence d'obligation de permanence des soins, de participation des représentants des usagers, de coopération sanitaire...). De fait, l'établissement thermal n'est pas non plus soumis aux contraintes qui s'imposent aux établissements réalisant un service public, telles que par exemple la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 qui garantit aux administrés un droit d'accès aux documents administratifs.

L'établissement thermal n'est pas davantage un établissement de soins de suite et de réadaptation (SSR), activité de soin inscrite au 5° de l'article R. 6122-25 du CSP dont l'exercice nécessite d'obtenir une autorisation préalable auprès de l'Agence régionale de santé (ARS).

L'activité de SSR, qu'elle soit polyvalente ou spécialisée, a pour objet de prévenir ou de réduire les conséquences fonctionnelles, physiques, cognitives, psychologiques ou sociales des déficiences et des limitations de capacité des patients, et de promouvoir leur réadaptation et leur réinsertion. Elle

comprend, le cas échéant, des actes à visée diagnostique ou thérapeutique. À l'énoncé de ces missions, on perçoit qu'il existe des passerelles entre l'établissement thermal et l'établissement de SSR. On pourrait même imaginer qu'un établissement thermal puisse exercer une double activité, de délivrance de soins thermaux dans le cadre conventionnel traditionnel, et au surplus, proposer une activité de SSR pour une patientèle différente, en se soumettant aux contraintes particulières liées à ce statut. Ce schéma n'a pas d'incarnation concrète à la date d'aujourd'hui, mais son émergence, dans le cadre d'une meilleure intégration aux réseaux sanitaires, gagnerait à être explorée.

À défaut de statut, l'établissement thermal est caractérisé à l'article R. 1322-52 du CSP, certes de façon lapidaire : « sont considérés comme établissements thermaux, les établissements qui utilisent sur place ou par adduction directe, pour le traitement interne ou externe des malades, l'eau d'une ou plusieurs sources minérales régulièrement autorisées ou ses dérivés : boues ou gaz ». Car, s'il n'existe pas de statut, le corpus législatif et réglementaire du thermalisme est, en revanche, bien fourni. Confiée à des entités juridiques relevant du droit associatif (exceptionnellement), public (environ 25 % des cas), et le plus souvent du droit des sociétés privées (environ 75 % des cas), l'exploitation des établissements est soumise à de multiples textes normatifs (Code civil, Code pénal, Code de l'environnement, Code de l'urbanisme, Code de commerce, Code de la consommation, Code du travail...), mais spécifiquement à trois recueils de lois et règles : Code la santé publique, Code de la sécurité sociale et convention nationale thermale.

Dispositions du Code de la santé publique

La modification du Code de la santé publique, apportée par le décret n° 2007-49 du 11 janvier 2007 relatif à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine (JO du 12 janvier 2007), a permis l'actualisation et l'harmonisation des procédures administratives. Les articles R. 1322-1 à R. 1322-44-23 correspondent à quatre nouvelles sections du Code de la santé publique, complétés par les arrêtés d'application.

Définition de l'eau minérale naturelle

C'est à l'article R. 1322-2 qu'est implicitement formulée la distinction de l'eau minérale naturelle d'avec une eau de source : « l'eau minérale naturelle témoigne, dans le cadre des fluctuations naturelles connues, d'une stabilité de ses caractéristiques essentielles, notamment de sa composition et de sa température à l'émergence, qui n'est pas affectée par le débit de l'eau prélevée ».

Procédure de demande d'autorisation d'exploiter une source d'eau minérale naturelle

Il s'agit d'une procédure complètement déconcentrée (articles R. 1322-5 à R. 1322-15), conduite par le préfet en liaison avec l'ARS, en application du droit commun en matière de décisions administratives individuelles depuis 1997. Cette procédure est globale et comprend désormais l'ensemble des étapes d'exploitation, du captage jusqu'au point d'usage.

La demande d'autorisation d'exploiter une source d'eau minérale naturelle est adressée par le propriétaire, ou par l'exploitant, au préfet du ou des départements sur lesquels sont situées les installations. Le dossier de la demande comprend :

- la désignation du demandeur ;
- une étude portant sur les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du secteur aquifère concerné, déterminant les caractéristiques de l'eau ;
- les résultats d'analyses des caractéristiques chimiques, physicochimiques, microbiologiques permettant d'évaluer la pureté de l'eau de la ressource utilisée et sa stabilité. Cette exigence est la plus contraignante puisqu'elle nécessite le suivi de paramètres pendant 12 mois (débit, température, niveau hydrodynamique ou pression, conductivité) et la réalisation de douze analyses microbiologiques et physicochimiques mensuelles, dont deux analyses complètes réalisées à 6 mois d'intervalle ;
- la justification des produits et des procédés de traitement à mettre éventuellement en œuvre ;
- la description des installations de production et de distribution d'eau ;
- la description des modalités de surveillance de la qualité de l'eau.

L'instruction de la demande d'autorisation se déroule comme décrite dans l'**encadré 1**.

Procédure d'autorisation d'exploiter une eau minérale naturelle

Au final, c'est l'autorisation d'exploiter qui vaut reconnaissance administrative de sa qualité d'eau minérale naturelle au sens de l'article R. 1322-2.

Remarques sur la procédure d'autorisation

Lorsque l'eau est destinée à être utilisée à des fins thérapeutiques dans un établissement thermal, le pétitionnaire doit produire :

- une *étude par analogie avec l'eau déjà reconnue comme eau minérale naturelle*, et dont l'agent thermal présente des caractéristiques voisines ou est utilisé dans l'orientation thérapeutique envisagée de la station thermale faisant l'objet de la demande d'autorisation ;
- une *étude clinique conduite dans le respect des dispositions relatives aux recherches biomédicales*, mentionnées aux articles L. 1121-1 et suivants du CSP, conforme aux nouveaux critères méthodologiques édictés par l'Académie nationale de médecine et applicables depuis le 1^{er} janvier 2017 [2].

Ces études seront examinées par l'Académie nationale de médecine.

Dans le cas où le responsable de l'exploitation d'une source est différent du responsable de son usage final, deux autorisations administratives individuelles au sein du même arrêté sont nécessaires.

L'arrêté pris par le préfet ne mentionne pas l'orientation thérapeutique revendiquée par le demandeur. Cette particularité a une conséquence d'une grande importance : si l'exploitant souhaite par la suite adjoindre une autre orientation thérapeutique à son offre de soins, et sous réserve

Encadré 1. Procédure d'autorisation d'exploiter une source d'eau minérale naturelle

Le demandeur* constitue son dossier

(* le demandeur est l'exploitant, qu'il soit ou non propriétaire)

- Annexe I - Informations générales

En particulier, objet de la demande : conditionnement, usage thérapeutique, distribution en buvette publique.

- Annexe II - Détermination des caractéristiques de l'EMN

A - Éléments d'information géologique, hydrogéologique et physicochimique :

- relatifs au gisement ;
- relatifs à chaque captage ou émergence ;
- relatifs à la source.

B - Qualités thérapeutiques et propriétés favorables à la santé (obligatoire pour usage dans un ET, optionnelle pour une eau conditionnée ou distribuée en buvette publique)

- Annexe III - Conditions d'exploitation (installations, équipements, surveillance)
- Annexes IV à VI - Cas particuliers, notamment d'une procédure de révision
- Annexe VII - Contenu des analyses

Procédure

1. Le demandeur constitue son dossier.
2. Le dossier est adressé au préfet.
3. Le préfet désigne un hydrogéologue agréé pour l'étude du dossier (+ sollicitation éventuelle en appui du BRGM).
4. L'hydrogéologue transmet son dossier (préfet + demandeur) :
 - débit maximum d'exploitation ;
 - périmètre sanitaire d'émergence ;
 - vulnérabilité de la ressource et mesures de protection.
5. Le préfet transmet un rapport de synthèse établi par l'ARS et un projet d'arrêté à l'avis du conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CODERST).

Si avis favorable du CODERST et si usage prévu de l'eau en établissement thermal ou revendication d'effets favorables à la santé (eau conditionnée ou distribuée en buvette publique).

6. Le préfet transmet un exemplaire de la demande au ministre chargé de la santé.
7. Le ministre de la santé saisit l'Académie de médecine.
8. L'Académie de médecine rend son avis dans un délai de 4 mois.
9. Le ministre de la santé transmet cet avis :
 - au préfet ;
 - au directeur général de l'ARS.

10. Lorsque la décision est positive, le préfet prend un arrêté préfectoral d'utilisation.
11. Le préfet fait procéder par l'ARS à la vérification de la conformité des éléments sur la base desquels l'autorisation a été accordée.

Procédure de conventionnement des soins thermaux

- Le représentant de l'établissement thermal constitue le dossier du traitement-type (choix des soins parmi ceux inscrits à la nomenclature autorisés pour l'orientation thérapeutique visée).
- Le dossier est examiné par la commission paritaire nationale du thermalisme (UNCAM + CNETH).
- Si avis favorable :
 1. arrêté ministériel de modification de la nomenclature générale des actes professionnels (NGAP) ;
 2. décret ministériel portant avenant à la convention thermale nationale et introduisant le nouveau traitement-type.

que ces nouvelles conditions d'exploitation n'affectent pas la santé publique, la modification de l'arrêté préfectoral ou la révision de l'autorisation ne sont pas requises. Seule la production de l'étude visant à démontrer l'effet thérapeutique de l'eau dans cette nouvelle orientation sera nécessaire.

De nombreuses autorisations avaient été accordées avec une durée limitée à 30 ans. Cette pratique n'est plus de mise car les cas de révision de l'exploitation sont désormais bien identifiés et correspondent aux situations de « modification notable des caractéristiques de l'eau minérale naturelle ou changement notable des conditions d'exploitation de la source ».

En l'absence de mise en service des installations dans un délai de 5 ans à compter de la date de notification de l'arrêté, ou lorsque l'exploitation a été interrompue pendant plus de 3 années consécutives, l'autorisation d'exploiter une eau minérale naturelle est réputée caduque.

Périmètre sanitaire d'urgence – Périmètre de protection

Les dispositions relatives au périmètre sanitaire d'urgence, à la déclaration d'intérêt public, liée au périmètre de protection, et aux travaux dans le périmètre de protection sont regroupées aux articles R. 1322-16 à R. 1322-28. Ces mesures de protection des captages font l'objet de procédures distinctes : le périmètre sanitaire d'urgence fait partie des conditions d'exploitation réglementaire d'une source d'eau minérale tandis que l'instauration d'un périmètre de protection d'une source d'eau minérale déclarée d'intérêt public est une possibilité supplémentaire offerte par la loi. On notera qu'une déclaration d'intérêt public d'une source ne vaut pas autorisation à l'exploiter (circulaire n° DGS/EA4/2008/30 du 31 janvier 2008).

Règles d'hygiène

Les règles d'hygiène sont définies aux articles R. 1322-28 à R. 1322-38. Deux dispositions importantes sont issues de cette section :

- l'eau minérale naturelle est définie comme une denrée alimentaire au sens du règlement (CE) n° 852/2004 du 29 avril 2004. L'article R. 1322-9 impose la mise en œuvre d'une démarche d'assurance qualité, fondée sur les principes d'analyse des risques et de maîtrise des points critiques (HACCP) ;
- les traitements ou adjonctions dont les eaux minérales naturelles peuvent faire l'objet sont définis par une liste positive déterminée par l'arrêté du 27 février 2007. Celui-ci consacre pour les soins collectifs, les traitements de désinfection autorisés pour les eaux de piscine et, pour les autres soins, l'irradiation aux ultraviolets ou la filtration en amont immédiat des points d'usage.

Surveillance et contrôle sanitaire

La surveillance et le contrôle sanitaire sont définis aux articles R. 1322-39 à R. 1322-44-5. Cette section établit notamment la distinction entre la surveillance qui incombe à l'exploitant, se répartissant entre la surveillance principale, définie à l'article R. 1322-41, la surveillance complémentaire, définie par l'exploitant en fonction des dangers identifiés, et le contrôle sanitaire exercé par l'ARS. Les modalités de répartition des analyses au titre de la surveillance et du contrôle sanitaire ont été par la suite définies par arrêté du 22 octobre 2013 et précisées par la note d'information n° DGS/EA4/2014/300 du 28 octobre 2014. La constance des conformités des analyses et la démarche qualité de l'exploitant sont reconnues explicitement par l'administration qui autorise, dans ce cas, la délégation des analyses à l'exploitant jusqu'à un plafond correspondant aux deux tiers du nombre total des analyses.

Information des consommateurs

L'article R. 1322-44-16 énumère les informations que le responsable d'établissement doit porter à la connaissance des curistes et du personnel, par voie d'affichage :

- les qualités thérapeutiques de l'eau minérale naturelle utilisée et ses éventuelles restrictions d'usage ;
- les caractéristiques essentielles de l'eau ;
- le cas échéant, le traitement mis en œuvre ;
- le cas échéant, le réchauffage ou le refroidissement de l'eau ;
- la date du dernier contrôle sanitaire et les résultats des analyses.

Les derniers articles de cette partie réglementaire concernent spécifiquement les établissements thermaux. On y trouve leur définition (article R. 1322-52), mais les autres articles sont d'un intérêt inégal, désuets voire obsolètes, et seules quelques dispositions retiennent l'attention :

- les tarifs thermaux doivent être affichés en permanence à la porte principale et à l'intérieur de l'établissement (article R. 1322-50) ;
- le linge utilisé pour chaque curiste doit être désinfecté après usage ainsi que les baignoires et tous les objets individuels de cure (article R. 1322-60).

Dispositions du Code de la sécurité sociale – convention nationale thermale

Les dispositions spécifiques au thermalisme figurent sous les articles L. 162-39 à L. 162-42 du Code de la sécurité sociale. Cette partie organise la régulation des rapports entre les établissements thermaux et les régimes d'assurance maladie, par l'application d'une convention nationale dont la durée est au plus de 5 ans. Elle précise les principales missions de cette convention, parmi lesquelles la fixation des tarifs forfaitaires de responsabilité des soins thermaux pris en charge et les prix limites de facturation des soins thermaux par forfait, tenant compte des facteurs de coûts d'exploitation, conformément à la réforme tarifaire mise en œuvre en 2014.

La convention nationale visée par le Code de la sécurité sociale est entrée en application dans sa nouvelle version depuis avril 2003. D'une durée quinquennale, elle a été renouvelée depuis lors par trois fois. Les organismes signataires sont les caisses d'assurance maladie, représentées par l'Union nationale des caisses d'assurance maladie (UNCAM) et le Conseil national des établissements thermaux (CNETh).

Les principaux domaines traités par la convention et ses avenants sont :

- *le principe de l'adhésion conventionnelle* : l'établissement thermal doit notifier à la CNAM son souhait d'adhérer à la convention. Cette adhésion emporte le respect des dispositions légales, réglementaires et conventionnelles et permet d'accéder à la prise en charge des soins thermaux ;
- *la composition, le fonctionnement et les attributions de la Commission paritaire nationale (CPN)*. Parmi celles-ci figurent l'examen de l'évolution des traitements-types des établissements, le recueil et l'instruction des plaintes des curistes, l'arbitrage des manquements conventionnels et la proposition de ratification des avenants conventionnels ;
- *les obligations des caisses d'affiliation*, dont celle de l'octroi aux assurés du bénéfice de la dispense d'avance de frais (tiers payant) et du règlement des sommes dues aux établissements ;
- *les obligations des établissements thermaux* dont celles de recevoir les curistes dans la limite de leur capacité technique, d'informer les assurés des prestations remboursées de celles qui ne le sont pas, de participer à une enquête annuelle de satisfaction, ou encore de ne facturer aucune participation au titre des frais administratifs ;
- *la mise en œuvre d'une démarche d'évaluation du service médical rendu par la médecine thermale*. L'adhésion d'un établissement thermal à la convention emporte l'obligation de participer financièrement à cette démarche. Il peut y satisfaire en finançant, soit individuellement, soit à travers un organisme national, des travaux ayant reçu l'aval méthodologique d'un

comité d'experts visé par la convention. Tout manquement à cette obligation conventionnelle pourra entraîner l'application de pénalités financières et/ou de mesures pouvant conduire au déconventionnement. C'est sur la base de cette disposition que l'Association française pour la recherche thermique (AFRETH) a vu le jour ;

- *la composition générale des traitements* qui identifie notamment les différents types de forfaits ;
- *la définition des soins complémentaires et des prestations de confort* ;
- *les conditions de prise en charge des soins* qui doivent être inscrits à la grille des appellations normalisées, précisant les orientations thérapeutiques pour lesquelles le soin peut être délivré, sa durée minimale, la qualification du personnel soignant nécessaire et le matériel spécifique ;
- *les règles de composition des traitements* pour l'orientation thérapeutique principale et l'orientation thérapeutique secondaire ;
- *les conditions de prise en charge et de remboursement des soins* ;
- *la durée de la cure*, soit 18 jours de soins, et les conditions de prise en charge des cures incomplètes ou interrompues ;
- *le régime des tarifs*, complètement réformé en 2014, et qui introduit une distinction entre le tarif forfaitaire de responsabilité (TFR) sur lequel s'applique le taux de prise en charge et le prix limite de facturation (PLF), tarif maximal susceptible d'être appliqué au curiste.

Cette déconnexion des deux niveaux tarifaires, en même temps que le gel des TFR jusqu'à la fin de la période conventionnelle, garantit à l'assurance maladie la maîtrise de la composante tarifaire de l'enveloppe budgétaire thermique. Parallèlement, les établissements bénéficient d'une réévaluation de leurs tarifs, non plus déterminée dans les affres et les aléas de la négociation mais par l'application annuelle d'une formule indiciaire qui reflète l'évolution de leurs charges d'exploitation. Le dispositif est, en outre, assorti d'une mesure sociale en faveur des assurés bénéficiaires de la couverture complémentaire maladie universelle (CMU-C) et de l'aide à l'acquisition d'une complémentaire santé (ACS) qui leur garantit l'application des TFR.

La différence entre le PLF et le TFR constitue le complément tarifaire. Il reste à la charge de l'assuré ou de sa complémentaire santé.

Cette réforme a d'incontestables vertus et toutes les parties doivent s'en féliciter, y compris les curistes qui bénéficient d'un taux de prise en charge préservé. Néanmoins, elle introduit une dérive progressive entre le TFR et le PLF. Rapportée au montant croissant du PLF, la part prise en charge au taux nominal constant de 65 % se dégrade progressivement. Comme le soulignaient les auteurs du rapport du Comité d'évaluation et de contrôle des politiques publiques [3] consacré à l'évaluation du soutien public au thermalisme : « il y aurait quelque injustice à continuer à faire exclusivement porter l'ajustement des prix sur les curistes sur une aussi longue durée et il serait logique qu'on réajuste les forfaits, c'est-à-dire les tarifs forfaitaires de responsabilité au début d'une nouvelle convention ». Il faut noter que la convention thermique 2018-2022 fait écho à cette demande en introduisant un mécanisme de rattrapage partiel dès que l'écart [PLF-TFR]/TFR atteint 8 %.

Enfin, la convention détermine les procédures de contrôle et de sanction en cas de non-respect des règles conventionnelles.

La convention nationale n'est pas qu'un espace d'obligations, de contraintes et de sanctions. Elle accompagne aussi l'évolution de la médecine thermale comme en attestent les dispositions prises en faveur de l'expérimentation du fractionnement des cures infantiles et de celle du cofinancement de programmes de prévention (sevrage des psychotropes, prise en charge des femmes en rémission d'un cancer du sein).

Conclusion

L'appareil normatif qui s'impose aux établissements thermaux, bien qu'hétérogène, s'est avéré opérationnel et efficient. Néanmoins, la question de l'acquisition d'un statut d'établissement de santé reste posée. Elle impliquerait que les établissements thermaux se conforment à de nouvelles règles : respect des schémas régionaux d'organisation des soins (SROS), conclusion d'un contrat pluriannuel d'objectifs et de moyens (CPOM), certification par la HAS, renouvellement périodique de l'autorisation, évaluation permanente, certification des comptes... En contrepartie, il est clair que l'activité thérapeutique de l'établissement thermal serait davantage légitimée et la prise en charge de ces prestations moins exposée à leur remise en cause périodique. À la date d'aujourd'hui, les gestionnaires thermaux poursuivent une autre voie, avec pragmatisme et réussite : celle d'être des acteurs de santé à part entière, exploitants d'établissements de soins entièrement à part.

Références

- [1] Deloménie P. *Rapport sur le thermalisme français*. Rapport n° 2000119. IGAS, Inspection générale des affaires sociales, octobre 2000 : 63 p.
- [2] Queneau P, Nicolas JP, Trèves R, Roques CF, au nom de la Commission XII de l'Académie (Thermalisme et eaux minérales). Thermalisme : les nouveaux critères 2016. *Bull Acad Natle Méd* 2016 ; 200 : 119-23.
- [3] Dord D, Dubié J. *Rapport d'information sur l'évaluation du soutien public au thermalisme*. Comité d'évaluation et de contrôle des politiques publiques. Assemblée nationale, juin 2016, n° 3811 : 88 p.

Annexe

Le personnel médical, paramédical et soignant des établissements thermaux

L'effectif d'un établissement thermal se compose essentiellement d'agents thermaux (55 % selon le bilan social de la branche), répartis selon quatre échelons hiérarchiques, de l'agent d'exécution jusqu'à l'agent hautement qualifié. Bien que non considérés comme des professionnels de santé, ces personnels sont dans une relation de soins avec le curiste. Il était donc important pour les établissements thermaux qui aspirent à une meilleure reconnaissance de leur rôle d'acteurs en santé, de permettre leur professionnalisation *via* la formation. C'est le sens de la démarche initiée par la Commission paritaire nationale pour l'emploi qui a abouti en 2011 à l'inscription au Registre national des certifications professionnelles (RNCP) de la certification de qualification professionnelle (CQP) d'agent thermal. Cette qualification transformée en titre en 2017 est à la fois garante d'une qualité accrue de l'accueil et des soins délivrés aux curistes et d'une meilleure employabilité de salariés dont les niveaux de formation initiale sont le plus souvent modestes. Plus d'un tiers des agents de soins sont déjà titulaires de ce titre, soit *via* la formation initiale, soit *via* la validation des acquis de l'expérience (VAE). Sans que cette qualification revête un caractère obligatoire, sa large et croissante dissémination, permettra dans les proches années qu'une grande majorité des agents thermaux disposent de compétences reconnues de savoir-faire et de savoir-être.

Assurément, l'établissement thermal est un carrefour où convergent de multiples compétences médicales et paramédicales, autour des acteurs centraux que sont le médecin thermal, l'infirmière et le masseur-kinésithérapeute :

- *le médecin* : jusqu'à un passé récent, le médecin thermal exerçait son art exclusivement sous le mode libéral, le plus souvent dans un cabinet situé à l'extérieur des thermes. Deux situations de plus grande proximité relationnelle dérogeaient alors à cette configuration et persistent aujourd'hui :
 - celle où le médecin est amené à dispenser des pratiques médicales complémentaires : actes médicaux dont la technicité requiert qu'ils soient administrés par un médecin dans une cabine mise à sa disposition par l'établissement thermal. Les huit soins (douche filiforme, douche médiale, douche pharyngienne, insufflation de trompe, injection de gaz thermaux, drainage manuel, méthode de déplacement de Proëtz, columinisation du vagin) font l'objet d'une facturation complémentaire d'honoraires médicaux perçus par le médecin,
 - celle où, conformément à l'article R. 1322-62, le médecin est attaché à l'établissement thermal en qualité de directeur ou de conseiller technique (à défaut, la fonction de surveillance médicale de l'établissement peut être provisoirement assurée par un médecin praticien de la station). Le contenu de cette mission n'est pas clairement défini dans les textes mais, en pratique, il recouvre la surveillance de la qualité des soins, l'évaluation des besoins de formation du personnel soignant, le conseil et l'assistance du chef d'établissement dans l'évolution de son offre de soins, de pratiques et de programmes, notamment dans les domaines de la prévention et de l'éducation thérapeutique du patient.

Depuis la LFSS 2017 et l'insertion de l'article L. 162-1-7-3 dans le Code de la sécurité sociale, lorsqu'un établissement thermal emploie des médecins qui choisissent le mode d'exercice salarié, la prise en charge de l'acte ou de la prestation réalisés au sein de l'établissement peut être facturée par l'établissement. Formulée autrement, cette disposition permet à l'exploitant thermal de salarier un médecin thermal chargé du suivi de la cure et éventuellement de la délivrance d'une ou plusieurs pratiques médicales complémentaires. Cette évolution s'inscrit dans une série de mesures destinées à favoriser l'attractivité de l'exercice de la médecine thermale et ainsi endiguer la pénurie annoncée de médecins thermaux. On rappellera que le salariat du médecin n'a pas été conçu pour se substituer progressivement à l'exercice libéral et le supplanter, mais qu'il offre, dans les situations de forte tension locale, des ressources médicales, une option supplémentaire à la disposition des acteurs ;

- *l'infirmière* : aux termes de l'article R. 1322-62, un infirmier ou une infirmière, au moins, doit se trouver en permanence à l'établissement pendant les heures de cure. Le rôle de l'infirmière au sein de l'établissement n'est pas limité à la gestion des malaises, à la pose des pansements ou à la diffusion des règles prophylactiques auprès des curistes. Elle assure un rôle-clé dans la mise en œuvre de l'ETP (selon les cas, elle participe à la diffusion du programme, à la réalisation des bilans éducatifs partagés, à l'animation d'ateliers, au suivi téléphonique post-cure...) et aussi à la détection de la fragilité. Avec la création du cadre légal d'infirmière de pratique avancée (IPA), elle est appelée à accroître ses participations au sein de l'établissement thermal, notamment au bénéfice de la prévention et du dépistage, dès lors que les tâches qui peuvent lui être déléguées seront clairement identifiées ;
- *le masseur-kinésithérapeute* : il met en œuvre des techniques de kinésithérapie collective ou individuelle (massage sous l'eau ou avec dérivés thermaux, piscine de mobilisation, drainage postural, rééducation respiratoire) dans le cadre d'un forfait de soins qui s'ajoute aux pratiques d'hydrothérapie. Les difficultés récurrentes de recrutement de masseurs-kinésithérapeutes titulaires du diplôme d'État français ont conduit la profession à largement recourir à des praticiens étrangers, ressortissants de l'UE qui exercent sous le régime de l'installation stable ou durable ou sous celui de l'installation temporaire et occasionnelle, dite libre prestation de services (LPS).

Ces trois professions concentrent l'expertise médicale au sein des thermes. Mais la diversité et la multidisciplinarité des prises en charge, en particulier dans le domaine des nouveaux champs de compétence de la médecine thermale, ont ouvert les portes de l'établissement thermal à de nombreux métiers de la santé : diététicien, moniteur d'activité physique adapté, psychologue, sophrologue, thérapeutes en pratiques de santé complémentaires... Ensemble, ils contribuent à ce que les thermes soient aujourd'hui un espace de santé multimodal en phase avec les besoins et les demandes des patients.

Produits hydrothermaux

K. Dubourg, J.-P. Fouquey, S. Labarthe

Définition d'une eau minérale naturelle

Le Code de la santé publique (CSP – articles L. 1322-1 à L. 1322-13 et R. 1322-1 à R. 1322-44-23) définit les eaux minérales naturelles, leurs trois usages réglementés (conditionnement, utilisation à des fins thérapeutiques dans un établissement thermal, distribution en buvette publique) et a pour objet de garantir la sécurité sanitaire de leur exploitation.

Selon le décret en vigueur de 2007 relatifs à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine [1] : « une eau minérale naturelle est une eau microbiologiquement saine, provenant d'une nappe ou d'un gisement souterrains exploités à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forcées constituant la source. Elle témoigne [...] d'une stabilité de ses caractéristiques essentielles [...] qui n'est pas affectée par le débit de l'eau prélevée. Elle se distingue des autres eaux destinées à la consommation humaine par sa nature, caractérisée par sa teneur en minéraux, oligoéléments ou autres constituants et par sa pureté originelle, l'une et l'autre des caractéristiques ayant été conservées intactes en raison de l'origine souterraine de cette eau qui a été tenue à l'abri de tout risque de pollution ». Par ailleurs : « une eau minérale naturelle ne doit pas contenir un nombre ou une concentration de micro-organismes, de parasites ou de toute autre substance constituant un danger pour la santé publique. Elle répond en outre à des critères de qualité microbiologiques et physicochimiques, définis par arrêté du ministre chargé de la santé ».

Classifications des eaux minérales naturelles

Avec une diversité géologique importante, les eaux minérales françaises ont des compositions et des températures très différentes. Certaines sont très minéralisées jusqu'à des valeurs supérieures à 300 g/L. Certaines sont très chaudes, et d'autres ont une température proche de celle des nappes phréatiques [2].

Pour répertorier les 700 sources françaises existantes, il est possible de s'appuyer sur une classification basée sur la minéralisation, la composition physicochimique ou la température de l'eau minérale naturelle.

Il existe une classification par minéralisation regroupant cinq catégories d'eaux :

- très faiblement minéralisées < 50 mg/L ;
- faiblement minéralisées entre 50 et 500 mg/L ;
- moyennement minéralisées entre 500 et 1 000 mg/L ;
- très minéralisées entre 1 000 et 1 500 mg/L ;
- fortement minéralisées > 1 500 mg/L.

Cette minéralisation totale n'étant pas suffisante pour caractériser les eaux minérales naturelles, il convient de les distinguer par leur profil physicochimique en précisant les paramètres suivants :

- température ;
- pH ;
- ions $[\text{Cl}^-]$, $[\text{SO}_4^{2-}]$, $[\text{HCO}_3^-]$, $[\text{HS}^-]$... ;
- gaz dissous ;
- dépôts ou phases solides en suspension ;
- flore spécifique des eaux minérales et développement de plancton thermal.

La présence prédominante d'un anion permet alors de distinguer les groupes principaux d'eaux minérales, eux-mêmes scindés en sous-groupes en y associant les cations dominants [2, 3] :

- eaux sulfurées :
 - sulfurées sodiques de type pyrénéen,
 - sulfurées calciques de type alpin,
- eaux sulfatées :
 - sulfatées sodiques,
 - sulfatées calciques,
 - sulfatées mixtes (apport simultané de sulfate, sodium, calcium et magnésium),
 - ferrugineuses,
- eaux chlorurées sodiques :
 - chlorurées « fortes » et froides,
 - chlorurées « faibles » et chaudes,
- eaux bicarbonatées gazeuses :
 - bicarbonatées sodiques,
 - bicarbonatées calciques,
 - bicarbonatées mixtes,
 - ferrugineuses,
- eaux faiblement minéralisées, sans élément spécifique dominant, parmi lesquelles on trouve les eaux oligominérales ou oligométalliques (présence d'éléments traces tels cuivre, arsenic, sélénium, zinc...).

Enfin, il existe une classification par température regroupant quatre catégories d'eaux minérales :

- hyperthermales à partir de 50 °C ;
- mésothermales de 49 à 35 °C ;

- hypothermales de 34 à 15 °C ;
- froides en dessous de 15 °C.

Dérivés des produits hydrothermaux

En complément des eaux minérales sont également utilisés leurs dérivés : les gaz thermaux, les vapeurs thermales, les eaux-mères, le plancton thermal, les boues thermales. Leur nature est liée à la composition de l'eau minérale d'origine.

Gaz thermaux

À l'instar des minéraux, ces gaz présents dans les eaux sont principalement le produit de phénomènes complexes faisant intervenir la dissolution des minéraux, la mobilité des ions et le temps de contact entre l'eau et les roches [4] à haute température :

- anhydride carbonique, azote, oxygène, argon ;
- hydrogène sulfuré ;
- radon, krypton, néon, hélium, thoron et xénon [5].

Les roches sources de cations métalliques divalents ou contenant des minéraux, comme l'olivine, la serpentine et la brucite, sont idéales pour le piégeage minéral (le plus stable) du CO₂, essentiel avant la carbonatation de l'eau [6, 7]. Le CO₂ peut également subir un piégeage par solubilité, un piégeage capillaire (migration latérale dans l'aquifère) ou structural (accumulation dans un piège existant) [8]. Au cours de la traversée des roches, les eaux sont également mises en contact avec des matières organiques ou biologiques pouvant entraîner la formation de H₂S par réduction des sulfates [5], ou dissoudre des radionucléides pour solubiliser des gaz radioactifs tels que le radon [9]. Ces trois gaz sont prédominants dans la composition des eaux minérales gazeuses.

En remontant vers la surface, l'eau subit une dépression faisant passer les gaz dissous en état de sursaturation et provoquant un dégazage naturel à l'émergence. Ces gaz sont extraits physiquement des griffons grâce à des procédés permettant d'assurer leur pureté et leur stockage [10].

Vapeurs

Ce sont des émanations liées à l'évaporation d'une eau chaude pouvant se condenser pour former des aérosols de gouttelettes plus ou moins grosses, formant trois états du fluide thermominéral : vapeur, brouillard et gouttelettes [10].

Eaux-mères

Une eau-mère est un concentré d'eau minérale naturelle obtenue par chauffage afin de provoquer la saturation des minéraux par évaporation. Elle présente des propriétés thérapeutiques exceptionnelles [11].

Plancton thermal

Ce sont des bioglées thermales, ou glairines, dont la croissance, la constitution et l'activité sont liées à la composition physicochimique, à la thermalité et aux propriétés de l'eau de chaque station (daxine, barégine, molitgine, cauterésine, luchonine...). Il est constitué essentiellement d'algues (diatomées, chlorophycées et cyanophycées) et de bactéries chimiolithotrophes tirant leur énergie de l'utilisation de composés minéraux, et intervenant dans les principaux cycles géochimiques du carbone, de l'azote, du fer et du soufre.

Ce dérivé peut être utilisé dans les boues thermales, jouant un rôle important dans leur maturation [10, 12, 13].

Boues thermales

Généralement, une boue thermique est considérée comme un mélange contenant :

- une fraction aqueuse variant autour de 60 % (eau minérale) ;
- une fraction minérale de 15 à 25 % (carbonates, sables siliceux, argiles extractives de la famille des montmorillonites ou des kaolinites, ou argiles sédimentaires directement prélevées sur place) ;
- une fraction végétale (humus, algues...) ;
- une fraction biologique (bactéries, zooplancton) [10, 14, 15].

Les boues sont classées en trois catégories suivant la variabilité du mélange, leurs modes de préparation et leurs origines :

- les *boues thermales extemporanées* non maturées, préparées juste avant leur application cutanée. Ces boues n'ont aucune fraction biologique (fangoides) ni végétale (pâtes à l'eau minérale) [16] et sont celles majoritairement utilisées dans les établissements thermaux ;
- les *péloïdes*, soumises à un processus de maturation dans une eau minérale naturelle chaude, contiennent des bactéries, en particulier des thiobactéries [17] ou des cyanobactéries ;
- les *péloses* qui diffèrent des péloïdes par leur maturation effectuée naturellement sur le site même de leur prélèvement [17].

En 2013, Gomes *et al.* [18] regroupent les deux catégories péloïde et pélose en péloïde, définie comme une boue maturée ayant des propriétés thérapeutiques et/ou cosmétiques, composée d'un mélange complexe de matériaux naturels à grains fins d'origine géologique et/ou biologique, d'eau minérale ou d'eau de mer et de composés organiques provenant d'une activité biologique métabolique. Ils complètent néanmoins cette définition en rappelant les deux origines naturelle et artificielle de ces péloïdes (*figure 1*) et les boues extemporanées.

Aujourd'hui, à la différence de l'eau minérale naturelle, « il n'existe pas de réglementation sur le contrôle et la surveillance sanitaire des boues ». La décision de mettre en place cette réglementation n'a pas été tranchée par la commission XII de l'Académie nationale de médecine ; « elle se baserait [...] sur les [...] données actualisées de la certification Aquacert dont il conviendrait de favoriser [...] le développement » [19].

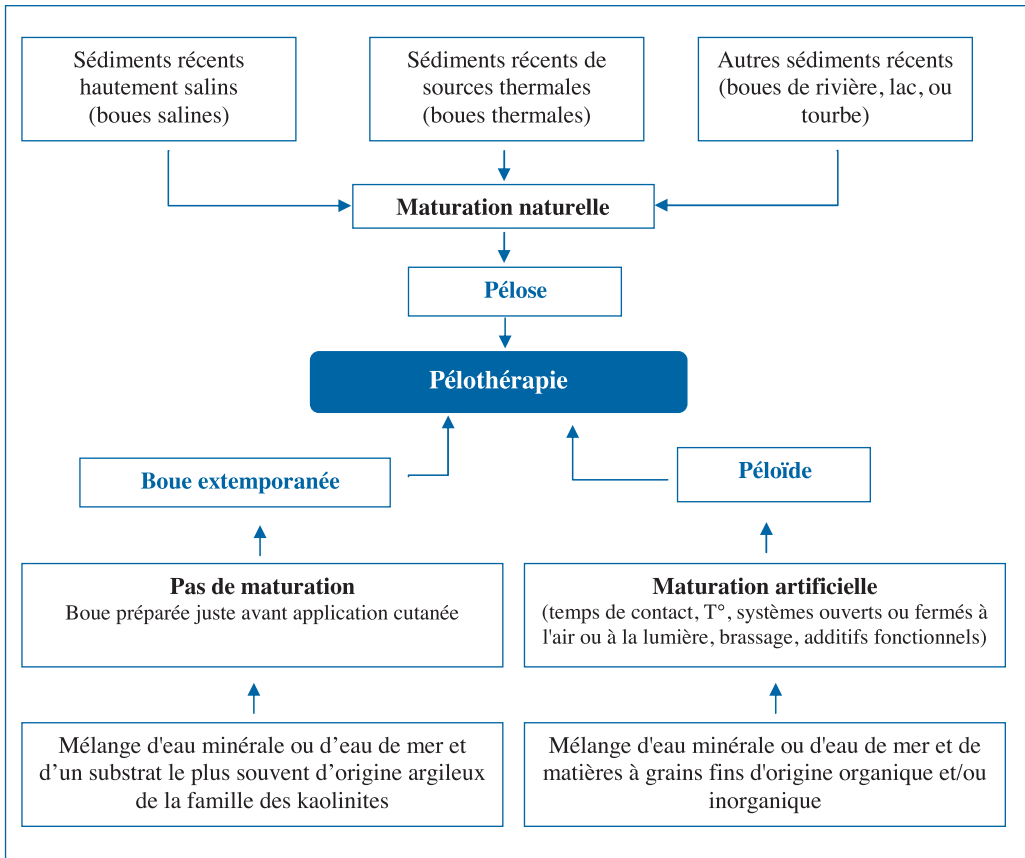


Figure 1. Différentes catégories de boues thermales.

En raison de l'usage thérapeutique des eaux minérales naturelles et de leurs dérivés, de leur mode d'administration et de l'état de santé des populations exposées, leur exploitation est soumise à une réglementation exigeante en termes de sécurité sanitaire.

Qualité, hygiène, sécurité

La réglementation sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux minérales et la gestion des risques sanitaires dans les établissements thermaux n'a cessé de s'intensifier. De l'arrêté à la circulaire du 20 juillet 1992 [20, 21], qui proposaient des niveaux de qualité bactériologique (cible, alerte, intervention) en fonction des risques, la réglementation s'est durcie le 19 juin 2000 [22, 23] avec une obligation de résultats « zéro bactérie pathogène », imposant l'absence de contamination bactériologique à l'émergence et aux points d'usage quelle que soit leur catégorie :

- catégorie I : soins en contact direct avec les muqueuses respiratoires, ou susceptibles de provoquer un contact avec les muqueuses oculaires et respiratoires ;
- catégorie II : soins en contact avec les autres muqueuses internes et ingestion d'eaux minérales naturelles ;
- catégorie III : soins externes individuels (bains, douches) ;
- catégorie IV : soins externes collectifs (traitements autorisés pour les piscines).

Cette obligation de résultats a été prolongée par une obligation de moyen avec le décret de 2007 [1] qui stipule l'obligation faite aux exploitants de veiller à ce que toutes les étapes de production et de distribution réalisées sous leur responsabilité soient conformes aux règles d'hygiène et ne puissent porter atteintes aux utilisateurs. Pour ce faire, l'exploitant doit appliquer des procédures permanentes d'analyse des dangers et de maîtrise des points critiques de type HACCP (*hazard analysis critical control point*) clairement définies par le CSP.

La vérification de la qualité des eaux conditionnées et celle des eaux minérales naturelles utilisées à des fins thérapeutiques en établissement thermal, ou distribuées en buvette publique, repose sur un programme d'analyses comprenant :

- le contrôle sanitaire obligatoire, réalisé par un laboratoire agréé et missionné par les Agences régionales de santé (ARS) ;
- la surveillance principale également obligatoire, confiée à un laboratoire type COFRAC (Comité français d'accréditation) ou à un laboratoire interne à l'établissement thermal ayant un système qualité certifié, sous la responsabilité de l'exploitant ;
- la surveillance complémentaire facultative (autocontrôle), sans contraintes analytiques imposées, à la charge de l'exploitant ;
- La nature et la fréquence des analyses, en fonction du type d'exploitation, sont fixées par l'arrêté du 22 octobre 2013 [24] et introduites dans le CSP. Le suivi des émergences est renforcé (4 fois par an quelle que soit la durée d'ouverture de l'établissement) et indépendant de celui des points d'usage (1 fois par mois pendant la période d'ouverture).

Le suivi physicochimique des ressources est largement amplifié, avec notamment une analyse complète Ress0 (programme d'analyses effectué à la ressource lors des visites de récolement des installations) réalisée tous les 5 ans, comprenant la recherche de paramètres organiques, de pesticides et la mesure de la radioactivité.

Le suivi des points d'usage ne comporte plus que deux typologies : Th1 (programme d'analyses aux points d'usage pour les soins de catégorie I, II ou III dans un établissement thermal) et Th2 (programme d'analyses pour les soins de catégorie IV). En revanche, la notion de « stabilité » est renforcée avec la recherche d'au moins un ion représentatif de l'eau parmi les paramètres minéraux à l'émergence et aux points d'usage, afin de vérifier l'absence d'altération de l'eau au cours du stockage ou du transport ainsi que le fonctionnement des installations de traitement d'eau.

Le choix des points de prélèvement est laissé à l'appréciation de l'ARS pour chaque établissement selon la démarche d'assurance qualité mise en place. Les analyses aux points d'usages seront privilégiées : au moins 1 point d'usage par catégorie de soins sur chaque unité de distribution (UDI) sera surveillé.

Des allègements des paramètres recherchés peuvent être envisagés au cas par cas par les ARS. Le contrôle sanitaire pourra être diminué au profit de la surveillance si :

- *l'analyse des dangers réalisée est reconduite régulièrement par l'exploitant ;*
- *le système de maîtrise des risques sanitaires (SMRS) garantit l'exécution des mesures définies par l'analyse des dangers, la traçabilité des enregistrements et la mise en œuvre de procédures formalisées pour la gestion des installations. Une certification (de type Aquacert thermalisme ou équivalent) peut être une preuve de l'efficacité du système en place ;*
- *la maîtrise des risques permet « effectivement » l'anticipation des non-conformités.*

Cependant, le contrôle sanitaire ne pourra être inférieur à un tiers des analyses annuelles (deux tiers en surveillance principale) par catégorie de soins et ce uniquement en l'absence de non-conformités sur une période significative (traditionnellement définie comme la saison précédente).

Si une non-conformité est mise en évidence lors du contrôle sanitaire ou de la surveillance principale, l'établissement doit informer immédiatement les ARS et prendre les dispositions nécessaires. En revanche, aucune obligation n'est imposée dans le cas de non-conformité mise en évidence dans le cadre de la surveillance complémentaire.

Pour exemple, dans les étapes classées comme « point critique » et faisant l'objet d'un suivi continu, on trouve régulièrement :

- le forage avec les suivis du pH, conductivité, température ;
- les traitements chimiques ou thermiques préventifs des réseaux avec les suivis des couples temps/concentration ou temps/température ;
- les traitements des piscines avec le suivi du pH, chlore, température...

Dans le cadre d'une dérive sur l'un de ces indicateurs physicochimiques, un renforcement de la surveillance bactériologique par une méthode normalisée ou une méthode alternative (ATP, PCR...) semble indispensable pour pouvoir valider l'absence de risque pour le curiste, et maintenir l'activité en attente d'une action curative et/ou corrective comme prévu dans le SMRS.

Références

- [1] Décret n° 2007-49 du 11 janvier 2007 relatif à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine.
- [2] Canellas J, Blavoux B. Relations entre les structures géologiques, la composition chimique des eaux minérales naturelles et leurs orientations thérapeutiques. *La Houille Blanche* 1995 ; n° 2/3 : 81-6.
- [3] Popoff G. Spécificité, législation et contrôle des eaux minérales naturelles utilisées dans les établissements thermaux français. *Presse Therm Clim* 2010 ; 147, 2 : 93-106.
- [4] Bertrand C. *Fonctionnement des aquifères hétérogènes : approche couplée de la mesure in situ et de la modélisation hydrogéochimique pour la compréhension des transferts d'eau souterraine dans les massifs fissurés*. Sciences de la Terre. Université de Franche-Comté. École doctorale ES, 2014.
- [5] Labarthe Q. Place du thermalisme dans les pathologies des voies aériennes supérieures chez l'enfant. *Sciences pharmaceutiques*, 2015.

- [6] Lechat K, Lemieux JM, Molson J, Beaudoin G, Hébert R. Field evidence of CO₂ sequestration by mineral carbonation in ultramafic milling wastes, Thetford Mines, Canada. *Int J Greenhouse Gas Control* 2016 ; 47 : 110-21.
- [7] Czernichowski-Lauriol I, Rochelle C, Gaus I, Azaroual M, Pearce J, Durst P. Geochemical interactions between CO₂, pore-waters and reservoir rocks. *Advances in the Geological Storage of Carbon Dioxide* 2006 : 157-74.
- [8] Raveloson J. *Influence de la variabilité spatiale des paramètres thermodynamiques et de cinétique chimique sur la précipitation des minéraux carbonatés en milieu poreux (stockage minéral du CO₂)*. Sciences de la Terre. École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, 2014.
- [9] Rannou A. Connaissance actuelle des sources d'irradiation naturelle. *Radioprotection* 1999 ; 34 : 505-19.
- [10] Feix R. Thermalisme et maladie asthmatique : stations thermales, techniques de soins et service médical rendu. Université de Limoges, 2014.
- [11] Dubourg K, Biasutti S, Deythieux-Belleau C, Lagièrre J. Valorisation des eaux minérales naturelles de Salies-de-Béarn : production d'eau mère. *Presse Therm Clim* 2009 ; 146 : 9-17.
- [12] Queneau P. Crénothérapie des voies respiratoires. In : Queneau P, ed. *Médecine thermique. Faits et preuves*. Paris : Masson, 2000 : 89-97.
- [13] Capdepuy M, Canellas J. La flore bactérienne des eaux thermales et minérales. *La Houille Blanche* 1995 ; n° 2/3 : 70-2.
- [14] Counilh P. *What type of system should there be for thermal muds?* Proceedings of the 3rd Symposium on Thermal Muds in Europe, 25-27 Novembre 2004, Dax (France) : 39-40.
- [15] François G, Micollier A, Rouvié I. Les boues thermales. *Atelier Santé Environnement – ENSP*, 2005.
- [16] Canellas J. *Les boues thermales en France. Pourquoi et comment remédier à un vide réglementaire*. Conférence Médicale Internationale de la FITEC et de l'ISMH : Les péloïdes en cure thermique. Spa, 1987, 10 avril.
- [17] Guidicelli CP, Nicolas JP, Queneau P. Les travaux du dictionnaire de l'Académie nationale de médecine. Rapport d'activité 2011-2012. Thermalisme. *Presse Therm Clim* 2013 ; 150 : 139-49.
- [18] Gomes C, Carretero MI, Pozo M *et al*. Peloids and pelotherapy: Historical evolution, classification and glossary. *Applied Clay Science* 2013 ; 75-76 : 28-38.
- [19] Avis de l'Académie nationale de médecine relatif à l'évaluation des risques sanitaires liés à la présence de baryum dans des argiles constitutives des boues thermales et à l'absence de contrôle sanitaire des boues thermales, 21 février 2017.
- [20] Arrêté du 20 juillet 1992 relatif au contrôle des sources d'eaux minérales.
- [21] Circulaire DGS/SD1.D/92/n° 513 du 20 juillet 1992 relative à la qualité des eaux minérales naturelles dans les établissements thermaux.
- [22] Arrêté du 19 juin 2000 modifiant l'arrêté du 14 octobre 1937 modifié relatif au contrôle des sources d'eaux minérales.
- [23] Circulaire DGS/VS4.D/92/n° 2000/336 du 19 juin 2000 relative à la gestion du risque microbien lié à l'eau minérale dans les établissements thermaux.
- [24] Arrêté du 22 octobre 2013 relatif aux analyses de contrôle sanitaire et de surveillance des eaux conditionnées et des eaux minérales naturelles utilisées à des fins thérapeutiques dans un établissement thermal ou distribuées en buvette publique.

Hydrogéologie et origine des fluides hydrothermaux

C.-C. Roques, L. Aquilina

Introduction

Ce chapitre a pour objectif de décrire les conditions hydrogéologiques et géochimiques propres aux systèmes hydrothermaux. Après avoir rappelé les fondamentaux du cycle de l'eau et des écoulements souterrains, les grands ensembles hydrothermaux seront présentés. Une attention particulière sera donnée à la description des processus géochimiques à l'origine de la minéralisation des fluides pour chacun de ces ensembles. Pour finir, les spécificités géochimiques des principaux profils géochimiques des sources thermales seront développées.

Cycle de l'eau et écoulements souterrains

Bien que l'évocation du milieu souterrain appelle plutôt l'image de roches, l'eau est un constituant qui imprègne intégralement l'ensemble de la croûte terrestre. Au cours du cycle de l'eau, une partie des eaux de pluie percole dans le sous-sol. Ces eaux transitent au sein des formations géologiques pendant quelques dizaines à plusieurs centaines de millions d'années avant de retourner à la surface. L'eau souterraine représente la deuxième réserve d'eau fraîche sur terre (environ 35 %), après celle stockée sous forme de neige et de glace, et constitue une ressource essentielle pour l'alimentation en eau potable, l'agriculture et l'industrie. Le volume total d'eau stockée dans le sous-sol est de l'ordre de 23 millions de km³ selon les dernières estimations [1], à comparer aux 100 000 km³ transitant dans le réseau hydrologique de surface (rivières, fleuves et lacs).

Propriétés des roches et transfert des fluides

Les processus de percolation et de stockage des fluides dans le milieu souterrain sont favorisés par la présence d'espaces intergranulaires au sein de la roche, nommée porosité ϕ [-]. La porosité est définie comme le volume de vide rapporté au volume total de roche. Elle peut avoir une origine primaire, formée pendant la genèse de la roche, ou secondaire, développée par l'action

de processus mécaniques (érosion, fracturation) ou géochimiques (dissolution/précipitation de phases minérales). En fonction du type de roche et de l'état de contrainte à laquelle celle-ci est soumise, la porosité peut varier sur plusieurs ordres de grandeur (0,001 % pour des granites sains, jusqu'à 20 % pour des dépôts sableux, par exemple). L'aptitude de la roche à transférer un fluide est déterminée par l'ouverture moyenne du réseau de pores et par sa connectivité à l'échelle considérée. Cette aptitude est quantifiée par la grandeur dite de perméabilité intrinsèque de la roche, k [L²].

En 1856, Henri Darcy, alors ingénieur des ponts des chaussées à Dijon, a pour la première fois formulé une loi physique permettant d'estimer le débit d'un fluide s'écoulant au sein d'un échantillon de roche [2]. La loi de Darcy, dérivée des équations d'écoulements de Navier-Stokes, établit que le débit volumétrique, Q [L³.T⁻¹], transitant dans une section unitaire de roche, A [L²], induit par un gradient de pression hydraulique, i [-], est proportionnel à une constante K [L.T⁻¹], appelée conductivité hydraulique, suivant l'équation $Q = -KAi$. K représente l'aptitude moyenne d'un volume de roche à transférer un fluide. Elle dépend à la fois de la perméabilité intrinsèque de la roche ainsi que de la viscosité et de la densité du fluide. La loi de Darcy constitue le pilier de l'hydrogéologie quantitative moderne.

Conceptualisation des écoulements souterrains régionaux

La description des processus de transfert des fluides à grande échelle est particulièrement complexe. Cette complexité est liée à la variabilité des types de formations géologiques rencontrées dans le sous-sol et à la forte hétérogénéité de leurs propriétés hydrodynamiques, pouvant évoluer sur plusieurs ordres de grandeur. Comme décrit précédemment au travers de la loi de Darcy, les circulations souterraines sont engendrées par une différence de pression entre deux points du réservoir, ou gradient hydraulique. Les écoulements régionaux s'initient au niveau des zones de recharge, généralement dans les hautes zones topographiques de la croûte continentale ; la charge hydraulique de surface est supérieure à celle existante en profondeur, favorisant un flux descendant. Les fluides profonds peuvent remonter à la surface *via* des structures géologiques perméables ; la charge hydraulique est supérieure en profondeur, favorisant ainsi un flux ascendant. Les études théoriques [3] et pratiques indiquent qu'un partitionnement des écoulements se différencie suivant la verticale en flux locaux de subsurface (*figure 1*), avec des eaux modernes à faible temps de résidence (< dizaine d'années) et des flux régionaux profonds présentant des temps de transfert importants, de plusieurs dizaines de milliers d'années [4], voire centaines de millions d'années [5] dans le cas d'eaux transitant dans la matrice roche.

Systèmes hydrothermaux et origine de la minéralisation

Les systèmes hydrothermaux font partie intégrante du cycle de l'eau souterrain. Ils regroupent l'ensemble des processus liés à la circulation des fluides momentanément soumis, au cours de leur voyage en profondeur, à des conditions de températures supérieures à la température atmosphérique [6]. La température souterraine augmente avec la profondeur d'environ 1 °C tous les