



HAL
open science

L'eau minérale naturelle de Jonzac : "source" de multiples applications

Rémi Parpette, Parpette-Bénéteau

► **To cite this version:**

Rémi Parpette, Parpette-Bénéteau. L'eau minérale naturelle de Jonzac : "source" de multiples applications. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03359351

HAL Id: dumas-03359351

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03359351>

Submitted on 30 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

U.F.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

Année 2021

Thèse n°98

THÈSE POUR L'OBTENTION DU

DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement

Par PARPETTE, PARPETTE-BÉNÉTEAU Rémi

Né le 3 Juin 1994 à Bordeaux

Soutenue le 09 septembre 2021

**L'EAU MINERALE NATURELLE DE JONZAC :
« SOURCE » DE MULTIPLES APPLICATIONS**

**De la géothermie au thermalisme en passant par les eaux de loisirs et de
consommation**

Sous la direction de : Pr OHAYON Céline

Membres du jury :

Mme OHAYON, Céline
Mme BARRON, Emmanuelle
M. BOLIK, Laurent

Professeur
Maitre de Conférences
Docteur en Pharmacie

Président
Examineur
Examineur

Remerciements

A Mme Céline OHAYON, Professeur en Hydrologie de l'Université de Bordeaux,

Tout d'abord pour m'avoir initié au thermalisme grâce à vos enseignements et ensuite pour avoir accepté de me guider dans la rédaction de cette thèse.

Merci pour votre disponibilité, vos conseils et votre soutien.

A Mme Emmanuelle BARRON, Maître de Conférence en Hydrologie,

Pour m'avoir fait découvrir les multiples facettes de l'eau ;

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de participer à l'évaluation de cette thèse.

A Mr Laurent BOLIK, Pharmacien d'Officine,

Pour m'avoir offert mon premier poste en officine et m'avoir fait découvrir le côté pratique de ce beau métier, dans les bons et les mauvais moments ;

Pour avoir accepté d'être membre de ce jury.

A Mr Christophe CABRI, Maire de Jonzac,

A Mr Nicolas BOUCHET, Directeur Général des Services de la Ville de Jonzac,

A Mme Cécile ANDRE, Chargée de mission à la Maison de l'Énergie de Jonzac,

Pour votre sollicitude à l'annonce d'une nouvelle thèse sur l'eau de Jonzac ;

Pour votre accord d'utilisation des données liées aux forages jonzacais ;

Pour votre disponibilité et votre amabilité.

A la ville de Jonzac et aux jonzacais(-es),

Pour avoir été mon foyer la majeure partie de ma vie.

Pour la ville avant-gardiste, dynamique et écologique qu'elle incarne

Pour m'avoir inspiré dans le thème de cette thèse grâce à l'eau de Jonzac qui rythme la vie des jonzacais(-es).

A ma famille, mes parents, ma sœur,

Pour m'avoir supporté (dans tous les sens du terme) tout au long de mes études et de ma vie

Pour leur amour, leur présence et leur soutien, merci du fond du cœur.

A Camille,

Pour m'avoir soutenu dans les mauvais moments et m'avoir accompagné dans les bons.

Table des matières

I. Introduction	8
II. « Source » de géothermie.....	10
A. Qu'est-ce que la géothermie ?	10
1. Définition et législation	10
2. Histoire de la géothermie.....	12
3. Principes de base.....	13
B. Application à la ville de Jonzac.....	14
1. Histoire et évolution.....	14
2. Le réseau de chaleur Jonzacais.....	19
C. Conclusion.....	20
III. « Source » de thermalisme	22
A. Les Thermes de Jonzac.....	22
1. Définition législative	22
2. Origine du thermalisme.....	24
3. Les Thermes de Jonzac	26
B. Caractéristiques de l'eau issue du Trias.....	27
1. Débits et Utilisations	27
2. Propriétés physico-chimiques de l'EMN de Jonzac	29
3. Surveillance	33
C. La Cure Thermale.....	36
1. Présentation	36
2. Les démarches.....	39
3. Les soins thermaux de Jonzac	44
4. Les soins non-conventionnés	59
5. Contre-indications à la cure thermique	62
6. Conclusion	64
D. Application en dermo-cosmétique.....	65
1. Législation	66
2. Transport et fabrication	67
3. Intérêts thérapeutiques	68
4. Engagement écologique.....	82
E. Conclusion.....	84
IV. « Source » de loisirs.....	85
A. Les Antilles de Jonzac	85
1. Présentation	85
2. Obligations sanitaires et contrôles.....	88

B. Impact sur l'environnement	91
1. Identification des risques	91
2. Mesures correctrices implémentées	94
C. Conclusion.....	99
V. « Source » de consommation.....	101
A. Projet d'une eau minérale naturelle embouteillée.....	101
VI. Conclusion.....	103

Table des illustrations

FIGURE 1 : LE CHATEAU DE JONZAC (XVI ^E SIECLE), CLASSE AU TITRE DES MONUMENTS HISTORIQUES DEPUIS 1913.....	9
FIGURE 2 : GEOTHERMIE ET APPLICATIONS POSSIBLES, INSPIRE DES TRAVAUX DE B.LINDAL (1973).....	13
FIGURE 3 : SITUATION GEOLOGIQUE DE JONZAC (BRGM).....	14
FIGURE 4 : RESSOURCES EN AQUIFERES PROFONDS EN METROPOLE ET OPERATIONS (BRGM).....	15
FIGURE 5 : PLATEFORME DE FORAGE ROTARY (BRGM).....	17
FIGURE 6 : ÉCHANGEUR A PLAQUES (BRGM).....	19
FIGURE 7 : LES 12 ORIENTATIONS THERAPEUTIQUE DU THERMALISME (CNETH).....	23
FIGURE 8 : LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES STATIONS THERMALES EN FRANCE EN 2018 (CNETH).....	25
FIGURE 9 : TAUX DE PRISE EN CHARGE ET INDEMNISATION D'UNE CURE THERMALE EN FRANCE (CNETH).....	41
FIGURE 10 : REPARTITION DES CURISTES PAR TRANCHE D'AGE (CNETH).....	59
FIGURE 11 : SYSTEME EN "U" (S.GUETIN).....	61
FIGURE 12 : GRAPHIQUE DE L'IMPACT DE MUSIC-CARE [®] SUR LA DOULEUR ET L'ANXIETE DE PATIENTS ATTEINTS DE CANCERS (JOURT-PINEAU ET AL.).....	62
FIGURE 13 : LOGO DE LA MARQUE EAU THERMALE JONZAC [®]	67
FIGURE 14 : INHIBITION DE L'ERYTHEME EN % EN FONCTION DU GEL UTILISE.....	69
FIGURE 15 : TENEUR EN SE DES FIBROBLASTES, ACTIVITE GPX ET SOD EN FONCTION DU MILIEU D'INCUBATION (LRP).....	72
FIGURE 16 : POURCENTAGE DE SURVIE DES FIBROBLASTES APRES ACTION CUMULATIVE DES UVB OU ADJONCTION D'H ₂ O ₂ (LRP).....	72
FIGURE 17 : INCIDENCE DES TUMEURS APRES EXPOSITION AUX UVB EN FONCTION DU TRAITEMENT UTILISE (LA ROCHE-POSAY)	73
FIGURE 18 : EFFET DE L'EAU THERMALE D'AVENE SUR LA LIBERATION D'HISTAMINE INDUITE PAR LA SUBSTANCE P (A GAUCHE) OU PAR DES ANTIGENES (A DROITE) ; (JOLY ET AL.).....	74
FIGURE 19 : MATURATION ET DIFFERENCIATION DES CELLULES DENDRITIQUES EN FONCTION DES MILIEUX DE CULTURE (ELIASSE ET AL.).....	75
FIGURE 20 : COMPARAISON DE L'EFFET DE L'EAU D'URIAGE OU DU SERUM PHYSIOLOGIQUE SUR LA SURVIE OU L'APOPTOSE DES EOSINOPHILES APRES 48H (BEAUVAIS ET AL.).....	76
FIGURE 21 : COMPARAISON DE L'EFFET DE L'EAU D'URIAGE OU DE SERUM PHYSIOLOGIQUE ENRICHI EN Ca ²⁺ SUR LA SURVIE OU L'APOPTOSE DES EOSINOPHILES APRES 48H (BEAUVAIS ET AL.).....	77
FIGURE 22 : PHOTOS DES SITES DONNEURS DE PEAU D'UN LAPIN AU JOUR 4. SITE A : TULLE GRAS ; B : SERUM PHYSIOLOGIQUE ; C : EAU THERMALE (71).....	79
FIGURE 23 : VARIATION DES SCORES D'EPITHELIALISATION (GAUCHE) ET D'INFILTRAT INFLAMMATOIRE (DROITE) EN FONCTION DU TEMPS (71).....	79
FIGURE 24 : SOIN +CICA EAU THERMALE JONZAC [®]	80
FIGURE 25 : PRINCIPE D'OSMOSE CELLULAIRE (LEA NATURE).....	81
FIGURE 26 : EXEMPLES DE LABELS APPOSES SUR LES PRODUITS EAU THERMALE JONZAC [®]	83
FIGURE 27 : LES ANTILLES DE JONZAC ET SON VELUM DE 10 000 M ² (VILLE DE JONZAC).....	85
FIGURE 28 : RELATION ENTRE LE VOLUME MOYEN PRELEVE DANS LE TURONIEN ET LE DEBIT DE LA SEUGNE JUSQU'EN 2017 (SEGI).....	92
FIGURE 29 : ÉTAT ACTUEL DE LA CONCENTRATION EN CHLORURE DANS LA SEUGNE EN FONCTION DU DEBIT MOYEN MENSUEL EN 2020 (23).....	96
FIGURE 30 : PERIMETRE MINIER DE JONZAC (ANTEAGROUP).....	96

Table des tableaux

TABLEAU 1 : TABLEAU RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES DES FORAGES JONZACAIS	18
TABLEAU 2 : FREQUENCE ET TYPE D'ANALYSES D'UN ETABLISSEMENT THERMAL EN 2021	35
TABLEAU 3 : REPARTITION DES CURISTES EN FRANCE PAR INDICATION EN 2008 ET EN 2019 (CONSEIL NATIONAL DU TOURISME)	36
TABLEAU 4 : LISTE NON EXHAUSTIVE DES PATHOLOGIES ELIGIBLES A LA PRISE EN CHARGE PAR L'ASSURANCE MALADIE A JONZAC (VIDAL)	42
TABLEAU 5 : IMPACT DE L'APPLICATION BIQUOTIDIENNE D'EAU THERMALE D'AVENE SUR DES PATIENTS A PEAU SENSIBLE	68
TABLEAU 6 : ÉCHELLES SEMI-QUANTITATIVES DE LA REGENERATION EPITHELIALE (ÉCHELLE 1) ET DE LA QUANTITE D'INFILTRAT INFLAMMATOIRE (ÉCHELLE 2)	78
TABLEAU 7 : UTILISATION DES FORAGES INDUSTRIELS EN VOLUME UTILE ET POMPAGES (SEGI)	87
TABLEAU 8 : CONDITIONS DE REJETS DES EAUX A JONZAC (14)	91
TABLEAU 9 : VOLUMES PRELEVES DANS LA NAPPE DU TURONIEN PAR USAGE (79)	93
TABLEAU 10 : VALEURS SEUIL DU SEQ-EAU (14)	94

Table des abréviations

Abréviations	Significations
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AEP	Alimentation en Eau Potable
Afreth	Association Française pour la Recherche Thermale
Ag	Antigène
AM	Assurance Maladie
AMM	Autorisation de Mise sur le Marché
ANSES	Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du Travail
ANSM	Agence Nationale de Sécurité du Médicament
ARS	Agence Régionale de Santé
BPCO	Bronchopneumopathie Chronique Obstructive
BRGM	Bureau de Recherche Géologique et Minière
CNETh	Conseil National des Établissements Thermaux
CODERST	Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques
CSP	Code de la Santé Publique
CSS	Complémentaire Santé Solidaire
DIP	Déclaration d'Intérêt Public
DMP	Dossier Médical Partagé
DUP	Déclaration d'Utilité Publique
ECS	Eau Chaude Sanitaire
EGS	Enhanced Geothermal System

EMN	Eau Minérale Naturelle
FMT	Fréquentation Maximale Théorique
FNA	Facteur Natriurétique Atrial
HAS	Haute Autorité de Santé
IBG-DCE	Indice Biologique Global adapté à la Directive Cadre sur l'Eau
IDE	Infirmier Diplômé d'État
kWh	Kilowattheure
LRP	La Roche Posay
MRAe	Mission Régionale d'Autorité environnementale
mSv	millisievert
MWth	Mégawatt thermique
NGAP	Nomenclature Générale des Actes Professionnels
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORL	Oto-Rhino-Laryngologie
PAC	Pompe à Chaleur
PHL	Phlébologie
PPE	Programmation Pluriannuelle de l'Énergie
PSE	Périmètre Sanitaire d'Émergence
RH	Rhumatologie
SEQ-eau	Service d'Évaluation de la Qualité de l'Eau
SMR	Service Médical Rendu
SOD	Superoxyde Dismutase
TVP	Thrombose Veineuse Profonde
UV	Ultraviolet
VR	Voies Respiratoires

I. Introduction

La ville de Jonzac est une commune méridionale de Charente-Maritime (Nouvelle-Aquitaine) qui compte environ 3500 habitants.

Historiquement, la ville de Jonzac fut toujours rattachée à l'eau. La création de cette dernière, remontant à la préhistoire, fut motivée par la proximité de rivières et de structures calcaires, fournissant respectivement abri et nourriture.

Par la suite, la ville de Jonzac se développera autour de la Seugne, affluent de la Charente. La vallée ainsi formée présente une grande richesse environnementale, aussi bien au niveau de la faune que de la flore, ce qui amènera la haute vallée à être classée comme zone « Natura 2000 » en 2004 (1).

Dans les années 1970, suite au choc pétrolier, la France s'engage dans une course au pétrole. La ville de Jonzac se lance alors dans l'exploration des sols dans le but de découvrir des couches pétrolifères.

En 1979, faute de trouver du pétrole, le forage révèle l'existence d'une eau géothermique à 65°C.

La ville décide alors d'exploiter cette eau pour raccorder l'agglomération à un réseau géothermique, fournissant ainsi une alternative écologique et renouvelable au chauffage au bois individuel ou au fioul.

En 1982, des analyses ultérieures de l'eau du forage révèlent alors des composants d'intérêts thérapeutiques dans celle-ci. C'est le début de l'aventure thermale.

Commence alors l'étude et l'exploitation de l'eau minérale naturelle de Jonzac dans le but d'ouvrir des thermes. Ces derniers ouvrent leurs portes en 1986, ce qui en fait une des stations thermales les plus récentes de France. Néanmoins malgré son jeune âge, celle-ci attire pas moins de 17 000 curistes par an, ce qui la classe 7^{ème} des stations thermales les plus fréquentées de France (2).

L'établissement thermal de Jonzac est détenteur d'un triple agrément : tout d'abord pour les pathologies rhumatismales en 1985, puis pour les pathologies Oto-Rhino-Laryngologiques (ORL) en 1991 et enfin pour la phlébologie (PHL) en 2004.

Pour finir, au vu de l'apport thérapeutique sur les peaux lésées de l'eau thermale de Jonzac, il est décidé d'un partenariat avec le groupe Léa Nature en vue d'une application en dermo-cosmétique.

Suite au succès de l'application géothermique et thermale du premier forage, et dans le but de pérenniser cette exploitation, un second forage est réalisé en 1993. Ce dernier servira à chauffer le futur centre aquatique des Antilles de Jonzac qui ouvrira ses portes 9 ans plus tard.

Ce centre aquatique marque le début d'un nouvel usage de l'eau à Jonzac en tant qu'eau de loisirs.

Un autre forage moins profond sera par la suite réalisé pour l'alimentation en eau potable de la ville. Ce forage, utilisé depuis 2009, présente une eau à l'émergence possédant des propriétés oligominérales intéressantes ayant conduit à l'octroi, en 2016, d'un agrément en tant qu'eau minérale naturelle (EMN). L'objectif étant, *in fine*, la mise en bouteille et la revente au niveau national de l'eau minérale naturelle de Jonzac.

Pour finir, on peut donc mettre en exergue que la ville de Jonzac a su tirer profit d'une ressource fragile mais prolifique en mettant en application les divers usages possibles de l'eau, qu'elle soit qualifiée de géothermique, thermale, ou bien minérale naturelle.



Figure 1 : Le château de Jonzac (XVI^e siècle), classé au titre des monuments historiques depuis 1913

II. « Source » de géothermie

A. Qu'est-ce que la géothermie ?

1. Définition et législation

La géothermie est issue du grec *géo* désignant « La Terre » et *thermos*, la « chaleur ». Elle désigne donc l'étude de la chaleur du globe terrestre et par extension les procédés visant à l'utiliser.

Par définition, il existe plusieurs types de géothermies (3)(4) :

- Géothermie à très basse énergie : < 30°C
Ici, on exploite la chaleur superficielle du sol ou des nappes phréatiques, atteinte grâce à la chaleur terrestre, mais surtout grâce à l'énergie solaire emmagasinée par l'eau de pluie qui s'infiltré dans ces nappes.
- Géothermie à moyenne et basse énergie : 30 à 150°C, jusqu'à 2 000 m de profondeur.
Ici, on s'intéresse uniquement aux nappes aquifères de profondeur modérée pour produire l'énergie.
- Géothermie profonde à haute et très haute température : jusqu'à 10 000 m.
Il s'agit ici de forages de plusieurs kilomètres pour atteindre des nappes aquifères ou des roches sèches sur lesquelles on injectera de l'eau afin d'en extraire de la vapeur à haute pression. Les conditions nécessaires à ce type d'exploitation ne se rencontrent que dans des zones de failles ou de rifts.
- Géothermie volcanique de type geyser

D'un point de vue législatif, les gîtes géothermiques sont définis par le régime légal des mines pour leur recherche et leur exploitation (Article L112-1) (5) :

« Relèvent du régime légal des mines les gîtes renfermés dans le sein de la terre dont on peut extraire de l'énergie sous forme thermique, notamment par l'intermédiaire des eaux chaudes et des vapeurs souterraines qu'ils contiennent, dits " gîtes géothermiques " .

Toutefois, ne relèvent pas du régime légal des mines les activités ou installations de géothermie [...] lorsqu'elles ne présentent pas d'incidences significatives sur l'environnement et qu'elles ne nécessitent pas des mesures spécifiques de protection des intérêts mentionnés aux articles L. 161-1 et L. 161-2. Les activités ou installations concernées sont déterminées par décret en Conseil d'État, en fonction de la nature des ouvrages et des fluides caloporteurs utilisés et de seuils portant sur la profondeur et la puissance thermique des ouvrages, sur la température des milieux sollicités ainsi que sur les débits des eaux prélevées, réinjectées ou rejetées. »

Actuellement, pour exploiter un gîte géothermique, il faut donc obtenir le droit sur ce gîte au travers d'un titre minier puis demander une autorisation d'ouverture de travaux miniers.

Dernièrement, le décret n°2019-1518 complétant l'ordonnance n° 2019-784 du 24 juillet 2019 assouplit les obligations pour la recherche et l'exploration en levant la limite des 150°C de l'eau exploitée, qui régissait les différents titres depuis 1978.

Dorénavant, le choix de ces titres est laissé à la discrétion du pétitionnaire. Cela facilite les recherches notamment dans les zones aquifères dont les puissances thermiques exploitables sont moins connues (comme celle du Trias qui nous intéresse ici).

Titres miniers requis pour l'exploration		
	Le demandeur choisit :	
Titres miniers	Autorisation de Recherches	Permis Exclusif de Recherche
Autorité compétente	Préfecture	Ministère
Durée d'octroi	3 ans	3 à 5 ans
Titres miniers requis pour l'exploitation		
	puissance primaire < 20 MW	puissance primaire > 20 MW
Titres miniers	Permis d'exploitation	Concession
Autorité compétente	Préfecture	Conseil d'État

Dans le cas de Jonzac, le titre demandé est un permis d'exploitation car la puissance demandée est de 500 kW pour les forages du Turonien et 1530 kW pour ceux du Trias que nous verrons plus tard (6).

Chaque projet est soumis à une évaluation environnementale du projet selon l'Article R. 122-2 du Code de l'environnement. Celle-ci comprend une étude d'impact, un avis de l'autorité environnementale, des consultations et la participation du public. L'étude d'impact et les forages sont réalisés sous la supervision du Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM) (cf. Annexe I).

Le titulaire du titre minier d'exploitation doit fournir au minimum tous les 5 ans, à l'autorité compétente, les éléments prouvant son caractère efficace selon l'Art. 8-2.-III du Décret n° 2019-1518 du 30 décembre 2019 (7) :

« Le caractère efficace d'un opérateur s'apprécie en prenant en compte notamment les critères suivants :

- *le maintien des installations exploitées dans des conditions garantissant leur performance ;*
- *l'utilisation de techniques appropriées pour une valorisation optimale de la ressource et sa préservation ;*
- *la quantité d'énergie produite et valorisée ;*
- *la quantité et le nombre de bénéficiaires directs et indirects de l'énergie produite ;*
- *la bonne intégration dans leur environnement des installations du projet ;*
- *le coût moyen de production de l'énergie. »*

Pour finir, l'exploitation de gites géothermiques peut présenter, dans certains cas, une articulation avec le Code de la Santé Publique (CSP). En effet, le code de l'Environnement prévoit dans l'article R 214-4 que « *Lorsqu'ils sont situés à l'intérieur du périmètre de protection d'une source d'eau minérale naturelle déclarée d'intérêt public et qu'ils comportent des opérations de sondage ou de travail souterrain, les installations, ouvrages, travaux et activités soumis à déclaration par la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 sont également soumis à l'autorisation prévue à l'article L. 1322-4 du code de la santé publique.* »

La géothermie est donc encadrée par une triple réglementation : le régime légal des mines, le Code de l'Environnement et le CSP (cf. Annexe II).

2. Histoire de la géothermie

La géothermie est une science ancestrale dont les premières traces d'utilisations remontent à environ 20 000 ans dans les régions volcaniques du Japon. Cependant, les premiers usages maîtrisés et à grande échelle seront quant à eux crédités à la Rome antique avec la création des thermes.

Aujourd'hui, des pays comme l'Islande ont su tirer profit de situations géologiques favorables afin d'utiliser ces procédés pour produire la majeure partie de leur électricité par ce biais.

A titre de comparaison, la France ne produisait en 2008 que 0,1 % de sa production grâce à la géothermie (8). Majoritairement du fait d'un attrait moindre de par la composition des sols moins propice à cet usage, exception faite de la région Ile-de-France, Alsace et Aquitaine.

La France est classée 14^{ème} dans le monde dans son usage de la géothermie et 2^{ème} de l'Union Européenne. En Ile de France, il s'agit même de la 1^{ère} source d'énergie renouvelable.

Au niveau national, on peut trouver quelques exemples de mises à profit des eaux chaudes d'origine souterraine pour le chauffage des maisons, associées à un usage thermal, comme à Chaudes-Aigues dans le Cantal.

Cependant, il n'existe que 2 sites d'intérêts majeurs de la géothermie en France (4) :

- Le projet de Soultz-sous-Forêts qui utilise la technologie Enhanced Geothermal System (EGS) qui consiste à forer profondément (ici 5 km) puis à injecter de l'eau sur des roches sèches brûlantes pour ensuite récupérer le potentiel calorifique.
- La centrale électrique géothermique de Bouillante en Guadeloupe qui exploite la chaleur d'origine volcanique du massif de La Soufrière.

3. Principes de base

a) Origine de l'énergie géothermique

L'énergie géothermique est en partie obtenue par la diffusion de la chaleur du manteau terrestre. Cependant, la plus grande proportion de l'énergie générée est issue de la radioactivité de la croûte terrestre ayant pour cause la désintégration naturelle de l'uranium, du thorium et du potassium (9).

Les couches géologiques souterraines de sables et de calcaires forment un ensemble poreux et perméable. Il favorise donc l'infiltration d'eau et constitue ainsi de gigantesques réservoirs souterrains appelés aquifères.

Ce sont ces aquifères qui se réchaufferont, grâce à l'énergie décrite précédemment, et seront exploités dans les forages pour leur potentiel calorifique.

Il s'agit cependant d'une source d'énergie renouvelable mais pas inépuisable. En effet, la source de chaleur est infinie mais la ressource de l'aquifère ne l'est pas. Par conséquent, si le débit de prélèvement est trop rapide ou si l'exploitation dure trop longtemps, la ressource s'épuise et le procédé devient caduque.

b) Usages

La géothermie est majoritairement utilisée de trois façons :

- Si le potentiel calorifique de l'eau à l'émergence est faible ($< 30^{\circ}\text{C}$), on utilise le système de pompe à chaleur dédié à du chauffage individuel.
- Si le potentiel calorifique est modéré (30 à 150°C dans les aquifères), alors celle-ci est redirigée dans un réseau ayant pour but le chauffage urbain collectif.
- Si le potentiel calorifique est élevé (150 – 250°C), alors il devient possible d'utiliser la vaporisation de l'eau pour produire de l'électricité grâce à des turbines.

Géothermie - Applications industrielles

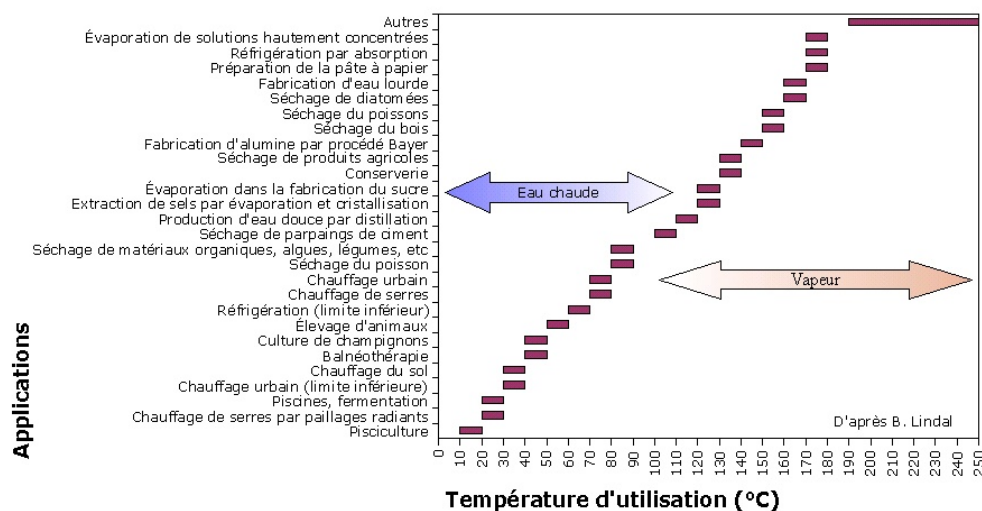


Figure 2 : Géothermie et applications possibles, inspiré des travaux de B.Lindal (1973)

Les propriétés calorifiques de l'eau sont liées à la profondeur de captage de celle-ci. Il est défini un gradient de température, appelé gradient géothermique, qui corrèle la température en fonction de la profondeur. On considère que celle-ci augmente de 3,3°C tous les 100 mètres. (10).

B. Application à la ville de Jonzac

1. Histoire et évolution

a) Situation géologique de Jonzac

La zone de Jonzac est une zone géologique de pli dit « anticlinal ». C'est à dire qu'à cet endroit, les strates souterraines profondes ont subi une forte pression au moment des déformations pyrénéennes les ayant faites remonter vers la surface.

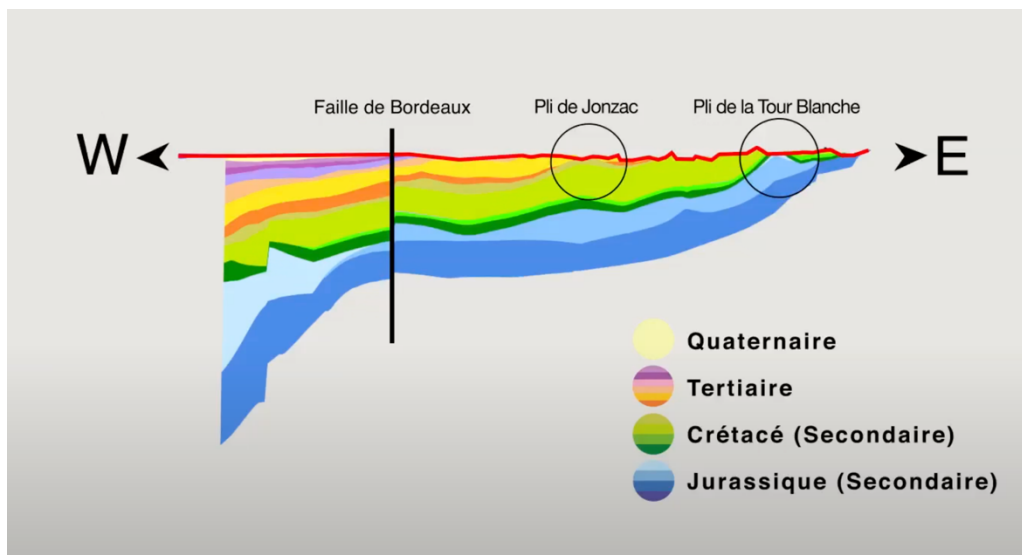


Figure 3 : Situation géologique de Jonzac (BRGM)

C'est dans cette typologie géologique que l'on retrouve le plus souvent des pièges structuraux favorables à l'accumulation d'hydrocarbures. En effet, au niveau mondial, 80 % des forages pétroliers se situent dans un anticlinal (11).

C'est ce postulat qui, dans les années 1960-1980, a motivé l'entreprise de recherches pétrolières dans la région.

Pour replacer le contexte, la France se trouve à cette période dans les suites du second choc pétrolier (1979). Dans une situation politico-économique tendue, les états souverains se lancent en masse dans la recherche de pétrole national, ainsi que d'énergies alternatives, pour s'affranchir de leur dépendance aux puissances pétrolières du Moyen-Orient.

Cependant, les recherches de l'époque ne révèlent aucune réserve pétrolière souterraine. Néanmoins, l'étude des sols semble indiquer la présence d'un aquifère d'importance significative.

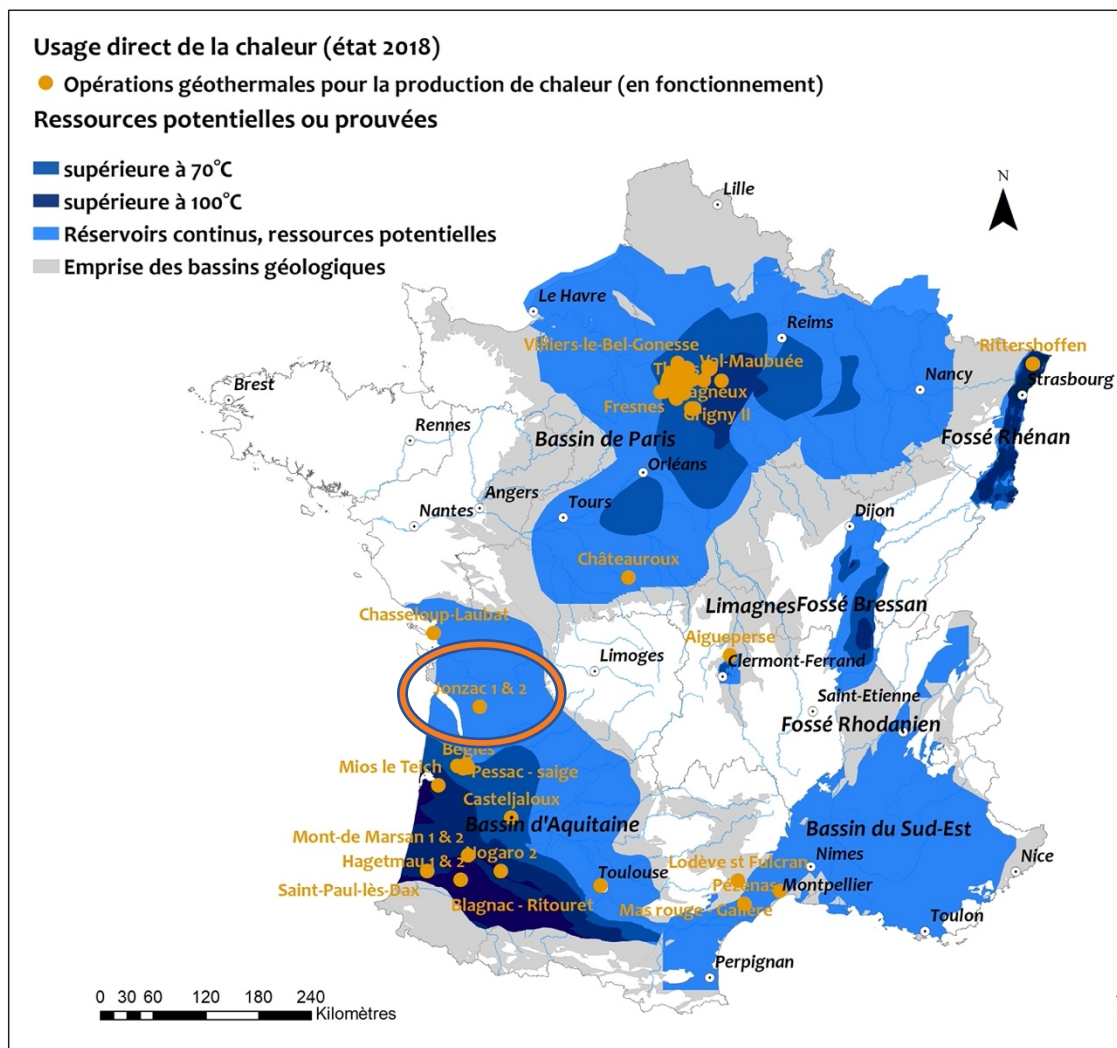


Figure 4 : Ressources en aquifères profonds en métropole et opérations (BRGM)

Le but est ici de puiser dans les nappes souterraines du bassin aquitain. Ce dernier comporte de nombreux aquifères superposés et séparés les uns des autres par des couches rocheuses imperméables.

Dans le cas où l'eau sature l'ensemble de l'aquifère, elle monte en pression et forme une nappe dite « captive ». Si l'on creuse un forage dans cette nappe, l'eau est alors soulevée plus haut que le toit de la couche qui la contient et peut donc naturellement jaillir de ce dernier. Ce niveau d'équilibre de la nappe est appelé la surface piézométrique.

D'un point de vue hydrogéologique, Jonzac comporte 3 aquifères exploitables : le Turonien-Coniacien, le Cénomaniens et le Lias/Trias (12) :

- **Aquifère du Turonien-Coniacien :**

L'eau de cet aquifère du Crétacé Supérieur est caractéristique des formations calcaires : elle est bicarbonatée sodique.

La faible profondeur de cet aquifère est mise en évidence par plusieurs sources émergentes. Par conséquent, cet aquifère vient fortement contribuer au débit des cours d'eau mais il est aussi très vulnérable aux pollutions.

- **Aquifère du Cénomaniens :**

Ce dernier est composé de plusieurs couches plus ou moins exploitables, les plus productives étant les calcaires du niveau moyen et les sables gréseux du niveau inférieur.

Il est relativement profond et le plus souvent captif ce qui le rend exempt de nitrates et de pesticides. Il est donc particulièrement adapté pour la distribution en eau potable.

- **Aquifère du Trias/Infra-Lias :**

Cet aquifère du Jurassique est le plus profond des trois (+ de 1800 m).

Dans la même logique que pour le Cénomaniens, il est donc déconnecté des eaux superficielles et protégé des pollutions de surface.

Il est caractérisé par la présence de sables gréseux entrecoupés de faciès argileux. Cette configuration est typique des faciès côtiers de type lagunes, propices à l'accumulation de sels. Ses eaux sont donc fortement minéralisées (> 1500 mg/L de résidu sec pour le captage Lomega) et chaudes (> 60°C).

Cette forte minéralisation est le marqueur d'un faible renouvellement de la nappe.

L'âge de ses eaux est estimé à 4 000 ans.

b) Forage géothermique

C'est en 1979, qu'est initié le premier forage géothermique jonzacais à 1872 mètres de profondeur, jusque dans les grès et calcaires du Trias. Il est achevé le 25 février 1980 avec une moyenne de 24 mètres creusés par jour (13).

Sa dénomination sera « Soenna » en référence au plus ancien nom répertorié de la Seugne : « *flumen Soenna* » dans les années 1100.

La technique qui fut employée pour la réalisation du forage est la technique « rotary », commune à l'exploitation géothermique et pétrolière :

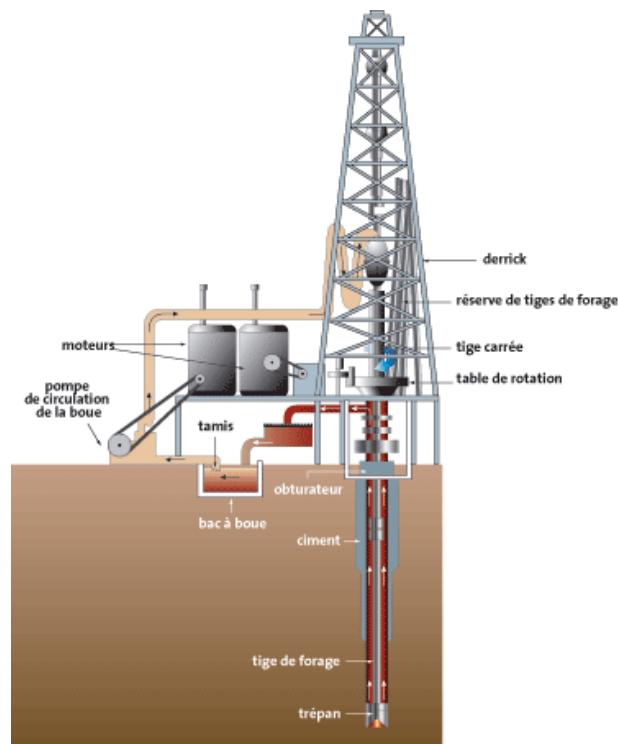


Figure 5 : Plateforme de forage Rotary (BRGM)

Elle consiste en une tête tricône munie de roulettes dentées qui va perforer la roche sous l'effet de la rotation et de son propre poids. Un ensemble de tiges creuses va venir augmenter la masse de la tête foreuse et permettre l'évacuation à la surface des boues et des résidus résultant de l'excavation. Le trajet ainsi dégagé par la foreuse est ensuite tubé et cimenté pour consolider l'ensemble et éviter la contamination croisée des différents aquifères traversés.

Dans le cas présent, le forage Soenna ne présente qu'un unique puits. Ce qui veut dire qu'après extraction de l'eau et transfert de son énergie à la centrale, celle-ci est rejetée au niveau de la surface dans un cours d'eau, un plan d'eau ou un réseau pluvial.

Cette méthode n'est viable que si l'aquifère présente un taux de réapprovisionnement naturel en eau suffisamment élevé afin de reconstituer les volumes d'eau prélevés. De plus, l'eau ainsi extraite doit avoir une composition chimique n'altérant pas les écosystèmes dans laquelle elle est rejetée (faible salinité, pas d'hydrocarbures etc...).

Cet usage « à simple puits » est soumis à autorisation et tombe en désuétude au profit de « doublet de forage » qui permettent la création d'un circuit fermé où le fluide prélevé est réinjecté afin de préserver la ressource. Cette nouvelle méthode nécessite certes de creuser deux puits mais elle permet de pérenniser l'aquifère et évite les rejets dans l'environnement.

Suite au succès du premier, un second forage géothermique de 1840 m de profondeur est réalisé en 1993 ayant pour dénomination « Lomega » (cf Annexe III).

Il sera majoritairement dédié au chauffage géothermique du centre aqualudique des Antilles de Jonzac (225 000 à 295 000 m³/an) et un peu au thermalisme (26 300 m³/an) (6).

En 2021 est amorcé le forage d'un troisième puits géothermique dédié au thermalisme baptisé « Soenna 2 » pour un coût de 5,67 millions d'euros. Sa mise en service effective est prévue en 2022 et son but sera de remplacer l'actuel « Soenna ». L'ainé des forages jonzacais arrivant en fin de vie (forte corrosion de l'installation / débit insuffisant) et les thermes de Jonzac demandant une alimentation plus importante en eau thermale du fait de l'augmentation drastique de fréquentation au fil des ans.

c) *Autres forages de la commune*

Au total, neufs forages visent à exploiter les différents aquifères disponibles, voici leurs caractéristiques (14) :

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des forages jonzacais

Ouvrage	Année	Nappe captée	Prof. (m)	Usage(s)
Champeau	1983	Turonien-Coniacien	32	Eaux de baignades / Industrielles Réseau géothermique « basse température »
Heurtebise	1983	Turonien-Coniacien	28	
Thomazeau	1989	Turonien-Coniacien	25	
Roquet Bas	1967	Turonien-Coniacien	40	
Roquet Haut	1967	Turonien-Coniacien	45	
Beaulieu F1	2001	Cénomaniens	250	Eau potable / EMN
F2	2006		275	
Soenna	1979	Trias-infra Trias	1872	Thermes de Jonzac
Lomega	1993	Trias-infra Trias	1840	Géothermie (complexe des Antilles ++) Thermes de Jonzac Cosmétiques
Soenna 2	2021	<i>Trias-infra Trias</i>	<i>1930</i>	<i>Thermes de Jonzac</i>

On remarque ici le caractère peu profond des forages atteignant le Turonien et le Cénomaniens. En effet, dans le reste du département, il est nécessaire de creuser dans des profondeurs de l'ordre des 500 mètres pour atteindre ces couches (15). Cette facilité d'accès s'explique par l'anticlinal de Jonzac qui surélève les couches inférieures (cf. Situation géologique de Jonzac).

2. Le réseau de chaleur Jonzacais

a) Principe et fonctionnement

Afin d'exploiter l'énergie géothermique issue des forages, la ville de Jonzac a mis en place une centrale géothermique sur réseau de chaleur en partenariat avec Dalkia (filiale EDF).

Un réseau de chaleur repose sur le principe de diffusion en cascade sur tout le réseau. Par exemple, l'eau émergente à 65°C pourra alimenter des radiateurs et en sortir à 45°C. Cette eau à 45°C pourra à son tour alimenter des planchers chauffants (nécessitant un potentiel calorifique moins élevé) pour atteindre 30°C et chauffer à son tour des piscines ou des serres et ainsi de suite...

L'action de pompe à chaleur est assurée par un échangeur à plaques qui garantit une extraction thermique efficace avec une perte de seulement 2°C entre le réseau géothermal et géothermique. Le potentiel calorifique est transmis grâce à une succession de plaques faisant circuler alternativement l'eau géothermale et l'eau du circuit de chauffage. Cette solution permet d'offrir une grande surface d'échange thermique pour un volume relativement restreint.

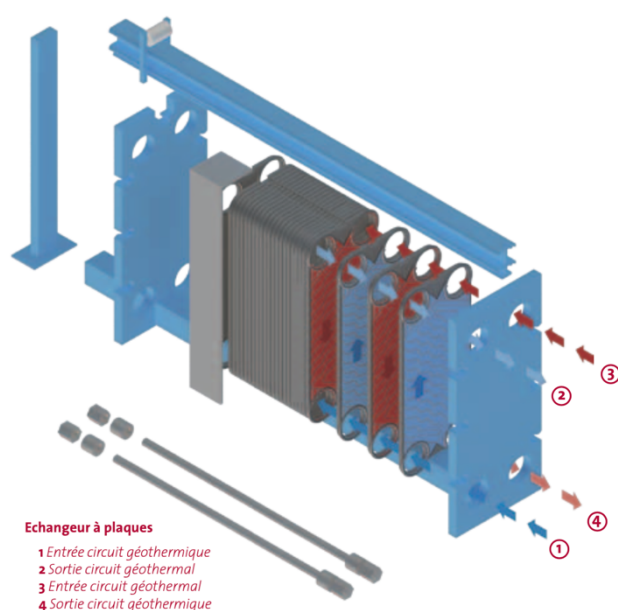


Figure 6 : Échangeur à plaques (BRGM)

Ce type de dispositif arrive à produire 4 Kilowattheure (kWh) d'énergie thermique en consommant seulement 1 kWh d'électricité.

Les forages géothermiques de Jonzac permettent ainsi de produire 3,1 Mégawatt thermique (MWth), ce qui se retranscrit par une production de chaleur de 23 744 MWh/an (16). Il permet ainsi d'éviter le rejet annuel de 9000 tonnes de CO₂. A titre d'exemple, le forage de Jonzac produit toutes les 4 heures l'équivalent énergétique d'une tonne de pétrole.

Un des avantages des réseaux de chaleur est la possibilité de diversifier la source initiale d'énergie. Il peut servir à redistribuer l'énergie issue de « bois-énergie », de biomasse, de géothermie, d'incinération de déchets ménagers etc...

La chaufferie polyénergétique jonzacaise a diversifié ses sources d'énergie depuis sa création (fioul lourd, sarments de vigne, paille...). De même, une unité d'incinération d'ordures ménagères a vu le jour en 1981, avant d'être fermée en 2002 pour non-respect des normes réglementaires liées à la pollution.

Aujourd'hui, le réseau de Jonzac est mixte. Il recourt toujours à la géothermie profonde mais aussi au « bois-énergie » pour desservir 1800 équivalents-logements (17).

En outre, ce réseau de chaleur est couplé à une boucle d'eau tempérée de plus de 20 kilomètres qui, depuis 2015, dessert le centre aquatique des Antilles, les Thermes de Jonzac, le centre des congrès, le casino, un EHPAD et une résidence de tourisme.

Cette boucle utilise trois forages du Turonien (à 15°C) afin de créer une boucle géothermique « basse température » alimentée toute l'année.

La différence principale avec le réseau de chaleur est la température qui circule à l'intérieur du circuit (de 5 à 30°C dans la boucle d'eau tempérée contre plus de 60°C dans un réseau de chaleur) et sa capacité à restituer aussi bien du chaud que du froid en fonction de l'effet désiré.

En effet, l'hiver, la géothermie permet d'apporter de la chaleur. Par contre, l'été, la température du sol (15°C) devenant inférieur à la température à la surface, la boucle devient capable de distribuer du froid selon le même procédé d'échange thermique. Elle sert donc alternativement de chauffage ou bien de climatisation.

C. Conclusion

La géothermie est une énergie d'avenir dans un monde où les énergies fossiles sont « à bout de souffle ». Comme nous l'avons vu, il s'agit d'une énergie renouvelable, dans le cas d'une exploitation raisonnée, mais aussi d'une énergie propre, dans le sens où elle ne nécessite ni transport ni combustion.

A titre de comparaison, pour la production d'un kWh, une centrale de production d'électricité géothermique produit 10 à 15 fois moins de CO₂ qu'une centrale à énergie fossile.

De plus, le rendement énergétique de ce procédé est très favorable : 1 kWh d'électricité consommé permet de générer environ 20 kWh de chaleur (18).

Pour finir, il s'agit aussi d'une énergie disponible en permanence, à l'inverse des autres énergies renouvelables qui dépendent des conditions climatiques (comme le vent pour les éoliennes, le soleil pour les panneaux photovoltaïques...).

Néanmoins, un des obstacles au développement de la géothermie reste l'investissement conséquent qu'il représente (notamment en recherche) pour une durée d'exploitation efficace d'environ 30 ans.

Cela peut paraître faible au vu des capitaux investis, cependant, la recherche initiale portant sur un aquifère peut être réutilisée pour la réalisation d'un second forage exploitant ce même aquifère. Ceci permet un amortissement des coûts non négligeable, et par conséquent, viabilise le concept d'exploitation géothermique.

Comme nous l'avons vu, la ville de Jonzac a su tirer profit de ce procédé en multipliant les forages sur la commune.

Par ailleurs, le gouvernement encourage fortement le développement des énergies renouvelables, notamment au travers d'incitations financières supportées par le Fonds Chaleur de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) ou par des projections comme la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) qui encadre les objectifs énergétiques pour la période 2019-2028.

D'après la PPE, les ressources en aquifères profonds à haut potentiel énergétique étant limitées en France, le développement de la géothermie dans le but de produire de l'électricité reste marginal et s'inscrit donc à très court terme.

Cependant, la démocratisation de l'usage des pompes à chaleur (PAC) ainsi que de la géothermie pour le chauffage urbain est quant à elle bien réalisable, les conditions en France étant plus favorables à ce type d'exploitation. En effet, les PAC, utilisant uniquement la chaleur terrestre superficielle, sont installables chez les particuliers et sont compatibles avec la majorité des sols.

On peut donc conclure que la ville de Jonzac s'inscrit parfaitement dans le programme de transition écologique du gouvernement en ayant été avant-gardiste sur le domaine et en pérennisant son exploitation pour le futur.

III. « Source » de thermalisme

A. Les Thermes de Jonzac

1. Définition législative

Les établissements thermaux sont définis dans le CSP (Art R1322-52) (19) :

« 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.[...] »

Il convient donc de définir ce qu'est une eau minérale naturelle (EMN) :

Code de la Santé Publique (Art R 1322-2) (19) :

« Une eau minérale naturelle est une eau microbiologiquement saine, répondant aux conditions fixées par l'article R. 1322-3, provenant d'une nappe ou d'un gisement souterrain exploité à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forées constituant la source. Elle 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.

Elle se distingue des autres eaux destinées à la consommation humaine :

1° Par sa nature, caractérisée par sa teneur en minéraux, oligoéléments ou autres constituants ;

2° Par sa pureté originelle,

l'une et l'autre 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.

Ces caractéristiques doivent avoir été appréciées sur les plans géologique et hydrogéologique, physique, chimique, microbiologique et, si nécessaire, pharmacologique, physiologique et clinique, conformément aux dispositions des articles R. 1322-5 et R. 1322-6. »

De plus, d'après les Articles R1322-6 à 8 du CSP, l'EMN ne peut faire l'objet d'aucun traitement à l'émergence mis à part une déferrisation, une modification thermique (chauffage ou refroidissement) ou une regazéification.

En ce qui concerne les habilitations par l'État, il est stipulé dans le CSP Art. L1322-1 que (19) :
« [...] l'eau minérale naturelle fait l'objet d'une reconnaissance et d'une autorisation par le représentant de l'État dans le département pour :

1° L'exploitation de la source ;

2° Le conditionnement de l'eau ;

3° L'utilisation à des fins thérapeutiques dans un établissement thermal ;

4° La distribution en buvette publique. [...] »

L'usage d'une eau minérale naturelle dans un établissement thermal est donc soumis à autorisation préfectorale après instruction de la demande par l'Agence Régionale de Santé (ARS). Cette décision se base sur l'avis d'un hydrogéologue agréé ainsi que sur l'avis du Conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CODERST).

Pour finir, les vertus thérapeutiques doivent être reconnues par le corps médical (Académie Nationale de Médecine) via des études cliniques.

Une même station thermale ne peut détenir d'agrément que pour 4 indications au maximum parmi les 12 reconnues par la Sécurité Sociale. Ces dernières sont :

- Rhumatologie
- Voies Respiratoires
- Appareil digestif
- Phlébologie
- Affections psychosomatiques
- Dermatologie
- Maladies cardiovasculaires
- Appareil urinaire
- Neurologie
- Gynécologie
- Affections des muqueuses bucco-linguales
- Troubles du développement chez l'enfant



Figure 7 : Les 12 orientations thérapeutiques du thermalisme (CNEth)

Dans le cas d'un quatrième agrément, celui-ci ne peut concerner que l'indication des affections des muqueuses bucco-linguales (20).

2. Origine du thermalisme

Le mot « thermes » vient du grec *thermos* désignant la chaleur (idem géothermie).

La première trace de l'usage d'eau à but thermal est créditée aux Grecs dès le VI^{ème} siècle av. J.C. pour leur usage dans la médecine hippocratique qui relate les vertus curatives des bains.

Cependant, la pratique du thermalisme dans des établissements dédiés remonte à l'époque gallo-romaine. Les premiers thermes romains découverts, datant de - 600 av. J.C., se situent en France, à Fontaines Salées (dans l'Yonne), dont les « puits salés » sont utilisés depuis le Néolithique (21).

Historiquement, les thermes désignent un lieu dédié au soin du corps, où l'on pouvait s'adonner à diverses activités physiques, mais aussi de l'esprit car on venait s'y détendre pour échapper aux tourments de la vie quotidienne.

De par la présence de bains, ces établissements avaient une fonction de santé publique en offrant une source d'hygiène accessible à tous (indifféremment de la classe sociale). Comme nous le verrons, cette fonction de santé publique est encore d'actualité de nos jours.

Les thermes romains se divisaient en 2 groupes : les thermes artificiels où la chaleur était issue de grandes chaufferies et les thermes naturels basés sur des *vaporiums* (grottes remplies de vapeur). Ce procédé peut être assimilé au hammam en usage contemporain.

La plupart des stations thermales ont vu le jour entre 1850 et 1900 dans une période prospère où les progrès de la médecine et la libre entreprise sont encouragés. Les riches familles de la bourgeoisie voient là une nouvelle forme de villégiature associant vacances, cure et événements mondains. Cet intérêt croissant participera à l'essor du thermalisme.

Au fur et à mesure des siècles, les thermes ont évolué vers l'usage plus médicalisé que récréatif que l'on connaît dans la pratique du thermalisme aujourd'hui.

D'un point de vue géographique, 98 % des stations thermales sont situées au sud d'une ligne Bordeaux-Metz (20) :



Figure 8 : Localisation géographique des stations thermales en France en 2018 (CNETH)

A ce jour, la France fait partie des pays où la pratique du thermalisme est encore forte et représente 20 % du capital thermal européen avec 90 stations thermales encore en activité.

3. Les Thermes de Jonzac

Ils ont ouvert leurs portes le 4 août 1986 à la suite de la découverte des propriétés thérapeutiques de l'eau du Trias et de la volonté de figures locales de développer le thermalisme à Jonzac.

C'est la Chaîne Thermale du Soleil (1^{er} groupe français d'établissements thermaux) qui entreprend sa gestion et son exploitation au cœur des anciennes carrières d'Heurtebise.

Ce site troglodytique fut témoin d'un des hauts-faits de la Résistance lors de la Seconde Guerre Mondiale grâce à l'abnégation et au sacrifice héroïque de Pierre Ruibet (18 ans) et Claude Gatineau (21 ans) afin de faire exploser le lieu qui servait de dépôts d'armes et de munitions à la Kriegsmarine.

C'est ainsi que ce lieu chargé d'histoire et de souvenirs pour les jonzacais se voit offrir une seconde vie grâce au thermalisme.

Suite à la mise en service des thermes, l'utilisation du forage Soenna à but géothermique est abandonnée et devient totalement dédiée à l'usage thermal.

Lors de leur inauguration, les thermes de Jonzac possèdent uniquement l'indication en rhumatologie grâce à la thèse de Louis Chalié (1985) déposée auprès de l'Académie de Médecine.

Ils obtiendront par la suite l'agrément dans le traitement des voies respiratoires (1991) et en phlébologie (2004).

Ce dernier agrément n'a pas fait l'objet d'une étude clinique propre à l'EMN de Jonzac. Il a été obtenu par analogie à celle de l'eau de Rochefort dans cette indication du fait de la nature similaire de ces deux eaux. La demande a cependant été accompagnée d'une étude pharmacologique démontrant l'action contracturante sur les vaisseaux humains de l'eau issue de Lomega. (22)

En 2004, un arrêté ministériel soumet l'usage de l'EMN à visée ORL et respiratoire à une évaluation des risques suite à la mise en évidence de la présence de benzène dans l'eau et dans l'air (article R 231-58 du code du travail).

Au fil du temps, cette station thermale rurale n'a eu de cesse de se développer pour accueillir un maximum de curistes, ce qui la classe aujourd'hui 7^{ème} station thermale sur les 104 décomptées en France.

Aujourd'hui, elle accueille près de 17 000 curistes par an, cependant, sa capacité d'accueil se trouve bridée par son accès limité à sa ressource principale : l'eau minérale naturelle (23). Pour cette raison, la création d'un nouveau forage baptisé « Soenna 2 » a été décidée pour pallier à ce problème. Il permettra, en conjonction avec une optimisation technique de l'espace des thermes, de porter la capacité d'accueil à 25 000 curistes/an.

B. Caractéristiques de l'eau issue du Trias

1. Débits et Utilisations

Actuellement, l'alimentation en eau thermale de l'établissement est assurée par :

- Le forage Soenna à un débit de 18 m³/h en continu toute l'année.
- Le forage Lomega à un débit maximum de 50 m³/h (arrêté ministériel du 18 mars 2004). Ce débit est réparti en une alimentation permanente de 3 m³/h mais il est prévu une clause dérogatoire pour un débit de 20 à 25 m³/h en cas de défaillance du forage principal (Soenna). Cependant, face à l'augmentation significative de la fréquentation des Thermes ces dernières années, la Chaîne Thermale du Soleil a demandé l'augmentation du débit permanent à 5 m³/h (6).
Il fonctionne uniquement d'octobre à juin pour limiter l'impact environnemental.

En réponse à la demande croissante en eau thermale, il a été décidé la création d'un nouveau forage dans le Trias, appelée « Soenna 2 », ayant un débit théorique de 30 m³/h et dont la mise en service effective est prévue début 2022 (24).

A ce moment-là, l'exploitation de la source Soenna 1 sera purement et simplement abandonnée, au même titre que l'alimentation permanente par Lomega, et ne sera conservé que la possibilité d'une alimentation de secours.

Le mélange de l'eau du forage Lomega et de l'eau du forage Soenna à visée thermale est possible en vertu des dispositions du Code de la Santé Publique. En effet, l'Art 1322-2 cité précédemment définit « *Une eau minérale naturelle [...], provenant d'une nappe ou d'un gisement souterrain exploité à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forées constituant la source.* ».

Le courrier de l'ARS du 5 Novembre 2018 stipule donc que « la source d'eau minérale naturelle de Jonzac peut être constituée de l'eau du forage Soenna, de l'eau du forage Loméga et de l'eau de mélange de ces deux forages ».

L'eau de Soenna arrive aux thermes à une température de 58°C. Elle sera utilisée telle- quelle pour une partie des soins puis elle sera refroidie à 35°C ou moins, via deux échangeurs, pour le reste des usages afin d'éviter tout risque de brûlure pour les usagers.

Ces échangeurs réalloueront le potentiel thermique accumulé pour assurer le chauffage des locaux des Thermes et la production d'eau chaude sanitaire (ECS).

On notera que cet usage géothermique ne relève cependant pas du Code Minier car la production de chaleur nécessaire à l'abaissement de la température de l'eau est considérée obligatoire pour la sécurité des baigneurs.

L'eau minérale naturelle peut être utilisée en l'état, c'est le cas de la majorité des soins. Cependant, comme le précise le CSP, le thermalisme consiste aussi en l'usage de ses dérivés :

- Les **eaux mères** : obtenues par évaporation d'une eau chlorurée sodique afin d'obtenir une saumure. Elles sont rarement utilisées de par la forte teneur en sel nécessaire.
- Les **boues thermales** : définies par le Ministère de la Santé en 1987 comme « *un produit contrôlé provenant d'une eau minérale ou résultant d'un contact plus ou moins prolongé d'une eau minérale avec des matériaux issus de processus géologiques ou biologiques, utilisés dans un but thérapeutique dans la station thermale productrice* » (25).

Les boues thermales représentent le dérivé le plus utilisé dans le thermalisme, notamment dans les cures en rhumatologie. Leur activité thérapeutique repose sur plusieurs facteurs dont les propriétés physico-chimiques de l'EMN mais aussi sur la propension de la boue à conserver la chaleur. Le potentiel redox, la granulométrie ainsi que la forte capacité d'absorption de la boue en EMN font que la boue favorise les échanges minéraux au niveau percutané.

On observe deux usages différents de ce dérivé :

- L'illutatio*n* qui consiste en une application directe locale ou générale sur le corps du patient
 - Le cataplasme qui consiste en une application indirecte dans le sens où la boue est enveloppée dans un textile perméable avant d'être posée sur le patient.
- Les **péloïdes** : issu du grec *pelos* signifiant « boue ». Ils se distinguent de la boue thermale car ils résultent du développement d'une microflore spécifique au terme d'un contact prolongé entre l'eau minérale et la matière organique. Cette maturation de plusieurs semaines favorise le développement de bactéries et d'algues d'intérêts thérapeutiques.
Un exemple célèbre d'utilisation de boues mûries : Terdax® qui est le péloïde phare de la station thermale de Dax (260 000 tonnes produites chaque année).
 - Les **gaz thermaux** : utilisés pour les soins ORL et des voies respiratoires par inhalation mais aussi par injection de gaz dans certains soins vasculaires. L'injection représente un acte médical qui doit être réalisé par un médecin qualifié.
 - Les aérosols et/ou **vapeurs thermales** : gouttelettes formées par chauffage et mise en pression de l'eau thermale (aérosols ou vapeurs artificielles) ou vapeurs présentes naturellement dans les sources chaudes. Les aérosols et vapeurs sont utilisés dans les étuves, les vaporariums ou encore en douche de vapeur.

2. Propriétés physico-chimiques de l'EMN de Jonzac

Afin d'appréhender les propriétés de l'EMN, il faut comprendre que la densité et la viscosité de l'eau profonde diminue quand sa température augmente, elle tend donc naturellement à remonter vers la surface. Schématiquement, l'eau froide s'enfonce, se réchauffe, puis remonte : c'est l'effet de « thermosiphon ».

C'est cet effet qui est responsable de la composition des eaux, qui se chargent en minéraux et oligoéléments au cours de leur trajet souterrain.

De façon générale, il a été déterminé que les eaux minérales naturelles se répartissent en 6 classes majeures selon l'anion prédominant :

- Les eaux bicarbonatées (sodiques, calciques ou mixtes)
- Les eaux sulfatées : où l'anion prédominant est le soufre sous forme sulfate
- Les eaux sulfurées : où le soufre est présent sous forme de sulfure d'hydrogène (H₂S). C'est ce composant qui confère l'odeur caractéristique « d'œuf pourri » de ces eaux. Elles sont souvent hyperthermales et radioactives.
- Les eaux chlorurées sodiques : à très haute teneur en NaCl parfois proche du point de saturation
- Les eaux oligo-métalliques : à très faible minéralisation, sans minéraux prédominants
- Les eaux à minéralisation particulière : qui contiennent un élément rare à propriétés particulières (arsenic, sélénium, cuivre...)

L'eau de Soenna et Lomega est classée hyperthermale de type sulfurée sulfatée, chlorurée sodique, riche en oligo-éléments (12). Elle rassemble donc les caractéristiques de plusieurs classes.

• Température (T°) :

En fonction de leur température à l'émergence, les eaux peuvent être qualifiées de :

Froides	Hypothermales	Mésothermales	Thermales	Hyperthermales
8° - 15°C	15° - 24°C	25° - 34°C	35° - 50°C	> 50°C

La température de l'eau du Trias à l'émergence est de 60°C, c'est ce qui la qualifie d' « hyperthermale ».

- **Minéralisation totale :**

Très faiblement minéralisée	Faiblement minéralisée	Moyennement minéralisée	Fortement minéralisée
< 50 mg/L	50 – 500 mg/L	500 – 1500 mg/L	> 1500mg/L

L'eau est donc fortement minéralisée avec environ 6300 mg/L de résidu sec.

- **pH :**

On mesure ici l'activité des protons solvatés. Il définit le caractère acide (pH < 7) ou basique (pH > 7) de l'eau.

L'eau issue des deux forages possède un pH proche de 7, elle est donc neutre.

- **Titre hydrotimétrique (TH) :**

Aussi appelé dureté de l'eau, il correspond à la mesure de la concentration en ions alcalino-terreux (calcium et magnésium). Il s'exprime en degrés français °f (où 1°f = 10 mg/L de carbonate de calcium CaCO₃) et se calcule de la façon suivante :

$$TH (°f) = 10 ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]) \text{ où les concentrations s'expriment en mmol/L.}$$

Il se divise en 5 classes :

TH (°f)	0 à 6	7 à 15	15 à 30	30 à 40	+ 40
Classe de l'eau	Très douce	Douce	Plutôt dure	Dure	Très dure

L'eau thermale issue de Lomega est plutôt dure (19,5°f) ce qui traduit un pouvoir entartrant.

Il conviendra donc de prévoir des traitements et des matériaux adaptés à l'acheminement de l'eau aussi bien dans le réseau géothermique que dans le réseau thermal.

Le matériau retenu pour le réseau jonzacais est le polybutène car il s'agit d'un composite inerte réduisant les réactions chimiques. Il limite ainsi l'entartrage mais aussi la corrosion (celle-ci étant un problème majeur de l'eau de Jonzac ayant entraîné la nécessité d'un rechemisage du forage Soenna en 2010).

Les propriétés et vertus thérapeutiques de l'EMN sont dues, en autres, aux minéraux et oligo-éléments la composant (22)(26) :

- Sulfates : ~ 2,2 g/l

Sulfure dissous (H₂S) : ~ 0,07 mg/l

Les eaux sulfurées posséderont une action curative sur les muqueuses qui sont le site d'inflammations et d'infections chroniques. Elles seront donc indiquées dans le traitement des affections respiratoires (asthme, otites, rhinites...).

Les eaux sulfatées posséderont différentes indications en fonction de leur association à différents cations :

- Calcium (Ca) : ~ 450 mg/l
Joue un rôle dans la contractilité musculaire et la coagulation. Il participe à l'entretien du capital osseux.
Les eaux sulfatées calciques seront utilisées dans le cadre d'atteintes métaboliques ou rénales, en particulier en cure de boisson.
- Magnésium (Mg) : ~ 90 mg/l
Multiples propriétés : Anti-inflammatoire, sédative, améliore la tonicité musculaire.
Les eaux sulfatées mixtes (à la fois calciques et magnésiennes) trouveront leur utilité dans le traitement d'affections cutanées (eczéma, psoriasis) et en soins de suite de brûlures.
- Chlorures : ~ 1,7 g/l
Les eaux chlorurées possèdent divers effets stimulants sur la croissance, on les trouvera donc dans les cures thermales des troubles du développement infantile (ex : énurésie).
- Bicarbonates : ~ 230 mg/l
De la même façon que les eaux sulfatées, les effets de celles-ci seront cation-dépendants :
 - Sodium : ~ 1,6 g/l
Possède des propriétés au niveau du système digestif en régulant la motricité digestive (antispasmodique). A cela s'additionne un effet cicatrisant sur ces muqueuses.
 - Calciques : célèbres en dermatologie (ex : Avène, La Roche-Posay)

Certains composés oligo-métalliques joueront un rôle sur l'impact thérapeutique de l'eau thermale. De façon générale, ils sont crédités d'effets bénéfiques sur le système immunitaire :

- Arsenic : ~ 300 µg/l
Cet élément est fréquemment retrouvé dans les eaux utilisées pour traiter divers types d'allergies de par son action antagoniste de l'histamine.
- Fer : ~ 9 mg/l
Potentialise l'oxygénation cellulaire et lutte contre l'anémie.
- Fluorures : ~ 1,7 mg/l
Régulateur du métabolisme osseux.
- Lithium (Li) : ~ 1,5 mg/l
Soulage les troubles anxieux dont le stress.
- Strontium (Sr) : ~ 12 mg/l
Possède un effet anxiolytique et améliore notablement les troubles de sommeil.

- Silice (SiO₂) : ~ 32 mg/l
Possède des propriétés physiques adoucissantes pour la peau et les phanères. Le silicium (Si) est connu pour dynamiser la synthèse de collagène (27), d'élastine et de glycosaminoglycanes (28)(29), renforçant ainsi le derme.
- Composés organiques volatils, semi-volatils, pesticides et hydrocarbures : Cette analyse s'est toujours révélée négative mis à part pour la présence de benzène (0,52 µg/l pour Soenna et 0,48 µg/l pour Lomega).
Du fait de la nature profonde des captages, l'hypothèse d'une source d'origine naturelle est privilégiée. Sa dangerosité vient surtout de sa présence dans l'air. En effet, à la température d'utilisation de l'eau thermale, se produit un phénomène de dégazage entraînant le transfert du benzène de l'eau vers l'air.
- Radioactivité $\alpha > 0,1$ Bq/l et $\beta > 1$ Bq/l :
Elle est donc supérieure aux recommandations de l'OMS pour les eaux destinées à la consommation humaine.
Du fait de la radioactivité et de sa teneur en arsenic, cette eau sera donc inutilisable en cure de boisson et sera réservée à l'usage externe.
L'origine de la radioactivité des eaux thermales est naturelle et vient de leur nature profonde. Au fil de leur périple, les eaux thermales vont se charger en radioéléments, issus des couches géologiques traversées, comme le radon (Rn).
Le danger du radon réside dans le fait qu'il soit susceptible de se retrouver dans l'atmosphère des locaux thermaux par phénomène de dégazage (30).
Ce phénomène sera plus ou moins important en fonction des types de soins : il sera moindre dans le cas d'une eau calme (piscine simple) et plus important si l'eau est en mouvement (aérobain).
L'exposition atmosphérique des curistes n'est cependant pas préoccupante car elle s'estime à moins de 2 millisievert (mSv) pour un patient réalisant une cure par an. Cette dose est de l'ordre de l'exposition naturelle moyenne d'un Français (2,9 mSv/an), elle est donc sans conséquences (31).
Néanmoins, la source d'inquiétude est relative à l'exposition professionnelle du personnel thermal qui est de l'ordre de 7 à 132 mSv/an d'après Usunov *et al.* (1981).
A titre de comparaison, la dose délivrée lors d'un scanner est de 7 mSv en moyenne. Le personnel le plus exposé est donc soumis à l'équivalent d'une dizaine de scanners par an, ce qui peut avoir un impact significatif sur leur santé.
Pour cette raison, l'Article R4451-6 du Code du Travail, issu de la transposition de la directive 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013, fixe une valeur limite d'exposition à 20 mSv/an pour les travailleurs (32). Le respect de ces normes réglementaires reposera donc sur la mesure régulière de la radioactivité dans l'air (en Bq/m³) qui sera maîtrisée par une ventilation efficace des locaux.
On notera toutefois que la question se pose quant à une exposition liée au passage transcutané du radon. En effet, cette problématique ayant fait l'objet de beaucoup moins d'études car étant presque uniquement restreinte au domaine du thermalisme, elle est souvent sous-évaluée.

Néanmoins, la concentration en radon dans l'eau thermale étant environ dix fois plus importante que dans l'air, Sakoda *et al.* (2016) se sont intéressés au passage transcutané du radon, quantifié par sa concentration dans l'air expiré par le patient après un bain d'eau thermale de 20 minutes. Ils ont conclu que dans le cas d'une immersion prolongée du patient dans une eau riche en radon, l'exposition transcutanée pouvait représenter quelques dizaines de pourcents de l'exposition totale (transcutanée et inhalée). Cette notion est donc à prendre en compte dans l'évaluation des risques d'exposition radioactive pour les curistes (33).

- Contamination microbienne : nulle
Les différentes analyses n'ont jamais révélé de contamination bactériologique (ni *Pseudomonas aeruginosa*, ni *Legionella spp.*).
L'aquifère du Trias est naturellement sain de par sa profondeur (Cf *Situation géologique de Jonzac*).

3. Surveillance

La Surveillance de la qualité de l'eau thermale à deux buts majeurs :

Le premier est de s'assurer de la stabilité des caractéristiques physico-chimiques de l'eau minérale naturelle afin d'en garantir les effets thérapeutiques.

Le second est de vérifier l'innocuité des soins pour les curistes et cela passe par la validation de l'absence de germes dans le fluide thermal.

En ce sens, le Code de la Santé Publique (Art R1322-3) définit que (19):

« 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 physico-chimiques, définis par arrêté du ministre chargé de la santé et, s'il s'agit d'une eau conditionnée, par arrêté conjoint des ministres chargés de la consommation et de la santé.

Les constituants physico-chimiques faisant l'objet d'une limite réglementaire de concentration sont naturellement présents dans l'eau minérale naturelle et ne résultent ni d'une contamination de la source ni d'un traitement.

Les exigences indiquées ci-dessus sont respectées aux points de conformité suivants :

A l'émergence, [...], au point où les eaux sont conditionnées, aux points d'utilisation thermale ou aux points de distribution en buvette publique.

Au cours de sa commercialisation, l'eau minérale naturelle conditionnée répond aux critères de qualité définis ci-dessus. »

En France, c'est l'ARS qui est chargée d'assurer le contrôle sanitaire de l'eau. Pour réaliser cette mission, elle recourt à un programme d'analyses mensuelles (à l'émergence et aux points d'usage) et effectue des inspections sur site afin de veiller au respect des normes imposées par le CSP (Art R1322-41) (19) :

« La vérification de la qualité de l'eau minérale naturelle est assurée selon un programme d'analyses comprenant les opérations de surveillance et de contrôle sanitaire prévues aux articles R. 1322-9, R. 1322-39 et R. 1322-40. Un arrêté du ministre chargé de la santé précise la nature et la fréquence des analyses, en fonction du type d'exploitation de l'eau, ainsi que les modalités d'adaptation du programme.

Les lieux de prélèvement des échantillons sont déterminés par décision du directeur général de l'agence régionale de santé. »

Ces analyses sont confiées à un laboratoire agréé pour l'évaluation des eaux minérales naturelles et accrédité Cofrac. Cette accréditation atteste de la compétence et de l'impartialité du laboratoire en ce qui concerne les résultats communiqués.

Pour les thermes de Jonzac, le laboratoire en charge de ces analyses réglementaires est le Laboratoire d'Hydrologie Environnement (SCOP LHE) de Bordeaux.

Cependant, dans un souci de qualité et de sécurité accru pour les usagers, les thermes de Jonzac recourent à un programme d'analyses complémentaires. Il consiste en la réalisation biquotidienne de relevés hydrologiques, au niveau des bains et couloirs de marche, par un responsable de la Chaîne Thermale du Soleil.

En fonction de l'usage qu'il est fait de l'eau thermale, la contamination présente plus ou moins de risques. Les soins ont donc été repartis en catégories par la Circulaire DGS/VS4/2000/336 du 19 Juin 2000 relative à la gestion du risque microbien dans les établissements thermaux :

- Les soins de catégorie I : qui sont en contact direct avec les muqueuses respiratoires, ou susceptibles d'engendrer un contact avec les muqueuses respiratoires ou oculaires
- Les soins de catégorie II : en contact avec d'autres muqueuses internes ou cure de boisson
- Les soins de catégorie III : qui sont des soins externes individuels (bains, douches...)
- Les soins de catégorie IV : qui sont des soins externes collectifs (piscines, couloirs...)

Les modalités de surveillance évoquées dans le CSP sont définies par l'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 (34) :

Tableau 2 : Fréquence et type d'analyses d'un établissement thermal en 2021

	Type d'analyses*	Nombre de contrôles
A chaque émergence		
<i>Dans le cas d'un établissement thermal, Ress1 et Ress2 sont à faire avant l'ouverture annuelle</i>	Ress0	1 fois tous les 5 ans
	Ress1	4 / an
	Ress2	1 / an
Aux points d'usage selon la catégorie de soins		
Soins de catégorie I et II	Th1	1 / mois**
Soins de catégorie III	Th1	1 / mois**
Soins de catégorie IV	Th2	1 / mois**
* en conditions normales de fonctionnement ** durant la période d'ouverture de l'établissement		

Les études de type « Ress » consistent en une analyse microbiologique, physico-chimique générale et minérale ainsi qu'en une analyse des paramètres organiques et radioactifs de l'eau minérale naturelle.

Les études « Th » recherchent quasiment les mêmes paramètres généraux à l'exception de la radioactivité.

Le détail de chaque type d'études peut être retrouvé en Annexe IV et V.

Dans un souci de transparence, les résultats et la date du dernier contrôle sanitaire doivent être affichés à destination des curistes dans l'établissement selon l'Article R1322-44-16 du CSP.

Cet affichage s'accompagne des caractéristiques essentielles de l'EMN ainsi que des éventuels traitements auxquels l'eau aura été soumise.

En cas de non-conformité des analyses, la priorité est donnée à la sécurité du patient, et l'établissement se voit imposer la fermeture au niveau du point défaillant. Cela peut aller de la clôture d'un point d'eau (une piscine par ex.) à l'établissement tout entier selon le risque bactériologique (type du germe, quantité...) ou physico-chimique (35).

Afin de garantir l'absence de contamination de la source de l'eau minérale naturelle, il a été mis en place deux niveaux de protection spécifique à celle-ci, définis dans les Articles R1322-17 à R1322-31 du CSP :

- Le Périmètre Sanitaire d'Émergence (PSE) : qui oblige le propriétaire de la source à posséder la propriété ou à acquérir des servitudes liées au point d'émergence de la source. Ceci afin d'éviter toute pollution possible à l'origine d'une tierce personne.
- Le périmètre de protection accordé suite à une Déclaration d'Intérêt Public (DIP), après instruction de la demande par l'ARS, dans le but de protéger la source contre le détournement des eaux. Ainsi, tous travaux, qu'ils soient à l'initiative du propriétaire ou de tiers, seront soumis à autorisation préalable du Préfet et de l'ARS.

En 2002, la création du Conseil National des Établissements Thermaux (CNETH) marque un tournant. Cet organisme, regroupant la totalité des établissements thermaux français, a pour vocation de travailler en concertation avec les pouvoirs publics afin d'harmoniser et de sécuriser les pratiques thermales au niveau national.

Pour cette raison, en 2010, le CNETH instaure une démarche de certification dénommée Aquacert HACCP thermalisme® attribuée pour une durée de 3 ans renouvelable.

Cette dernière atteste du respect d'un référentiel de normes d'hygiène et de sécurité fixé par un consensus d'expert (HAS, DGS, professionnels...). Elle impose, entre autres, des référentiels sur des éléments non visés par les textes réglementaires comme le contrôle des produits thermaux, des pratiques (entretien, désinfection...) et des installations (36).

C. La Cure Thermale

1. Présentation

En France, la tradition thermale est forte et près de 600 000 patients effectuent une cure thermale chaque année.

Tableau 3 : Répartition des curistes en France par indication en 2008 et en 2019 (Conseil National du Tourisme)

	2008	2019	Tendance
Rhumatologie	351 319	473 561	↗ + 34,8%
Voies respiratoires	51 287	42 982	↘ - 19,3%
Appareil digestif et urinaire	26 570	25 286	↔ - 5 %
Phlébologie	17 074	19 598	↗ + 14,8%
Dermatologie	13 168	13 591	↔ + 3,2%
Affections psychosomatiques	8 796	9 652	↗ + 9,7%
Maladies cardio-artérielles	6 518	5 697	↘ - 14,4%
Neurologie	4 745	7 538	↗ + 58,9%
Gynécologie	258	488	↗ + 89,1%
Affections muqueuses bucco-linguales	166	135	↘ - 23%
Troubles du développement chez l'enfant	94	55	↘ - 71%
Total	482 003	598 583	↗ + 24,2%

De nos jours, on observe donc que l'indication thermale majoritaire est la Rhumatologie (79 % des cas) et que celle-ci a connu une hausse d'un tiers de sa fréquentation ces dernières années.

Les Voies respiratoires représentent près de 7 % des cas et la Phlébologie près de 3 %.

Les 3 indications agréées à Jonzac cumulent à elles seules environ 90 % des cures, ce qui en fait une station thermale très attractive pour les curistes.

Il existe 2 types de cures en France :

- La cure thermale médicalisée prescrite :

La cure thermale prédominante en France est la cure dite « conventionnée », prescrite par un médecin (généraliste ou spécialiste), qui est prise en charge partiellement par la Sécurité Sociale (depuis 1947).

Sa durée est de trois semaines, dont dix-huit jours de traitement.

Il s'agit d'un acte médical visant à soulager une pathologie grâce à un parcours de soins adapté reposant sur des professionnels de santé et sur les propriétés thérapeutiques de l'eau minérale naturelle et de ses dérivés.

Durant tout le séjour, le patient est suivi par un médecin thermal (3 visites médicales obligatoires) qui lui prescrit des soins (4 soins minimum / jour en rhumatologie par ex.). Son travail est de s'assurer de la bonne tolérance de la cure par le patient, mais il peut également lui prodiguer des conseils hygiéno-diététiques, faire de l'éducation thérapeutique et mettre en œuvre des actions de prévention.

L'ensemble des soins réalisés au cours d'une cure thermale est appelé crénothérapie.

- La cure de remise en forme ou cure thermale médicalisée libre :

La cure libre dite « non-conventionnée » est entreprise à l'initiative du patient et n'est pas remboursée par la Sécurité Sociale. Elle représente un thermalisme d'agrément et peut aussi bien être réalisée dans un établissement thermal que dans un de balnéothérapie. Il n'y a donc pas d'obligation d'utilisation d'eau minérale naturelle et elle ne tombe donc pas sous la législation des cures thermales.

Il peut s'agir de cures libres médicalisées ou de remises en forme et elles présentent une durée variable allant d'un week-end (minicures) à plusieurs semaines.

Elles concernent majoritairement des actifs qui ne souhaitent pas, ou ne peuvent pas, prendre 3 semaines de congés pour une cure conventionnée.

Elles sont cependant peu demandées du fait de l'absence de remboursement (250 à 500€ pour une semaine) et ne représentent que 3 % de l'activité thermale (37).

Quel que soit son type, l'objectif d'une cure est d'améliorer la qualité de vie du patient. Cela peut passer par une diminution des douleurs, une amélioration des symptômes, un recours moindre aux médicaments ou à l'hospitalisation, etc...

De manière générale, une cure facilite le maintien à domicile des patients en amoindrissant le retentissement de la pathologie sur leur vie et leur autonomie.

Au cours d'une cure thermale, le patient est suivi par un ensemble de professionnels de santé pluridisciplinaire qui peut se composer de médecins thermaux, de masseurs-kinésithérapeutes, d'hydrothérapeutes, d'auxiliaires de soins etc...

A Jonzac, la station thermale recourt à :

- 6 médecins thermaux :
Dont le rôle est le suivi médical du patient, la prescription de soins et la vérification de l'absence de contre-indication. Un des rôles devenu prépondérant dans la médecine thermale est celui de la prophylaxie.
En effet, la population de curistes fréquentant les thermes se trouve majoritairement dans la tranche des plus de 60 ans poly-pathologiques et est donc une cible privilégiée des actions de prévention (arrêt du tabac, régime, activité physique, dépistage de comorbidités...).En outre, ils seront les seuls habilités à réaliser certains soins relevant du domaine médical.
- des Infirmiers Diplômés d'État (IDE) :
Ils veillent au bon déroulement des soins et interviennent auprès des curistes si des précautions ou des soins particuliers sont requis. En outre, ils font office d'intermédiaires avec les médecins thermaux.
- des kinésithérapeutes :
Ils pratiquent les actes techniques de rééducation en piscine et de massage sous eau ou à sec. Ils dirigent également les ateliers de rééducation respiratoire sur prescription médicale.
- des agents de soins thermaux :
Qui dispensent les soins courants d'hydrothérapie qui ne relèvent pas du domaine médical, infirmier ou de la kinésithérapie.
- un coach sportif :
Qui coordonne des activités physiques adaptées et des ateliers de mobilisation en cas de handicap.

Comme vu précédemment, les thermes de Jonzac possèdent l'agrément dans 3 indications : Rhumatologie (RH), Voies Respiratoires (VR) et Phlébologie (PHL). C'est l'une des deux seules stations thermales en France à posséder ce triple agrément. L'autre étant la station thermale d'Aix-les-Bains qui possède, en sus, l'agrément pour les affections des muqueuses bucco-linguales.

Les thermes de Jonzac sont ouverts de mi-février à mi-décembre. La période de fermeture de deux mois ainsi engendrée permet à l'établissement de réaliser toutes les opérations de maintenance et de réparation nécessaires au bon fonctionnement des lieux.

2. Les démarches

a) Préparer sa cure conventionnée

Avant de partir en cure, il convient de s'assurer de remplir les différentes conditions d'éligibilité définies par l'Assurance Maladie (AM) :

- Relever de l'une des 12 orientations thérapeutiques vues précédemment
- Aller dans un établissement thermal agréé et conventionné par l'AM pour l'indication voulue
- 1 même affection = 1 cure thermale / année civile (sauf grands brûlés)
- Avoir soumis une demande de prise en charge et avoir obtenu l'accord de l'AM

La demande de prise en charge (Cerfa n°11139*03 en Annexe VI) se compose de deux volets :

- un questionnaire de prise en charge : rempli par le médecin, stipulant la station thermale choisie et attestant du bien-fondé de la cure pour patient
- une déclaration de ressources : à compléter par le patient, permettant de déterminer l'éligibilité du patient à des prestations complémentaires (transport, hébergement et/ou indemnités). Le plafond fixant le déclenchement de ses prestations complémentaires est de 14 664,38 € pour une personne seule (38).

A réception de la demande, l'AM délivre au patient un formulaire intitulé « Prise en charge administrative de cure thermale et facturation » comportant un volet « Honoraires médicaux » destiné au médecin thermal, un volet « Forfait thermal » pour l'établissement thermal et éventuellement un troisième volet pour les frais de transport et d'hébergement en cas d'éligibilité.

Il conviendra de mener la cure jusqu'au bout des 18 jours de soins, dans le cas contraire, s'il y a interruption de la cure, celle-ci ne sera pas remboursée (sauf cas de force majeure : décès, problème médical avéré ou fermeture de la station).

Le choix de la station thermale est laissé à la discrétion du médecin prescripteur en fonction de la pathologie. Cependant, si plusieurs stations présentes les mêmes prestations, le choix revient *in fine* au patient.

Il convient de noter que la Sécurité Sociale rembourse les frais de transport inhérents à la cure mais seulement sur la base de la station thermale la plus proche du domicile.

Cette distinction explique en partie l'importante fréquentation des thermes de Jonzac, celles-ci étant privilégiée par le centre et le nord de la France du fait de sa situation géographique atypique (une des rares stations au nord de l'axe Bordeaux-Metz vu précédemment).

Depuis l'adoption de la convention nationale thermale 2018-2022, les curistes se voient remettre une enquête de satisfaction à renseigner dans les deux mois suivant la cure. Elle porte sur divers aspects du séjour thermal et permet d'évaluer la qualité globale d'un établissement.

b) Les forfaits :

Le remboursement des cures thermales est lié à l'évaluation du Service Médical Rendu (SMR) par la Commission de la Transparence de la Haute Autorité de Santé (HAS). Il se base sur 4 critères :

- Efficacité
- Effets indésirables
- Place dans la stratégie thérapeutique et existence d'alternatives
- Intérêt pour la santé publique

En se basant sur ces critères, il a été décidé que les cures thermales présentaient un SMR suffisant pour prétendre au remboursement par la Sécurité Sociale. Ces dernières présentant une bonne complémentarité aux thérapies conventionnelles dans nombre de pathologies chroniques. En effet, elles sont peu invasives, présentent peu d'effets indésirables et l'observance du patient y est optimale (cadre apprécié par le patient et suivi médical de proximité).

Par conséquent, la cure thermique est remboursée à hauteur de 65 % du tarif forfaitaire conventionnel. Le reste à charge du patient peut être pris en charge par des organismes de complémentaire santé.

Dans certains cas, la cure peut être prise en charge à 100% (Affection de Longue Durée, Accident du Travail et bénéficiaire de la Complémentaire Santé Solidaire-CSS).

Il est à noter que pour les bénéficiaires de la CSS, les établissements thermaux ne peuvent pas facturer de soins dépassant le tarif conventionnel fixé par l'Assurance Maladie.

TAUX DE PRISE EN CHARGE (régime général)

PRESTATIONS LÉGALES					
PRESTATIONS	MONTANTS applicables au 01/01/2020	TAUX DE REMBOURSEMENT			PLAFOND DE RESSOURCES (revenus maximum pour bénéficier des prestations supplémentaires de l'assurance maladie)
		MALADIE	Maladie professionnelle Accident du travail	ALD	
HONORAIRES MÉDICAUX (volet 1)	Forfait de 80 € - 1 orientation Forfait de 120 € - 2 orientations	70 % ⁽¹⁾	100 %	100%	Non soumis au plafond de ressources
TRAITEMENT THERMAL (volet 2)	Tarifs plafonnés par les Prix Limites de Facturation.	65 % ⁽¹⁾ Des Tarifs Forfaitaires de Responsabilité. ⁽²⁾	100 %	100%	Non soumis au plafond de ressources
PRATIQUES MÉDICALES COMPLÉMENTAIRES	À la séance	70 % ⁽¹⁾	100 %	100%	Non soumis au plafond de ressources

PRESTATIONS SUPPLÉMENTAIRES			
	FRAIS DE SEJOUR Forfait de 150,01 €	FRAIS DE DEPLACEMENT* Base : tarif SNCF, 2 ^{ème} classe Aller/Retour	
MALADIE	Soumis au plafond de ressources Taux de remboursement : 65%	Soumis au plafond de ressources Taux de remboursement : 65%	Plafond de ressources applicable pour les prestations supplémentaires Assuré seul : 14 664,38 € Majoration de 50% par personne à charge : 7 332,19 € Ex : Assuré marié, sans enfant : 21 996,56 € Ex : Assuré marié, 1 enfant : 29 328,75 €
MALADIE PROFESSIONNELLE ACCIDENT DU TRAVAIL	Non soumis au plafond de ressources Taux de remboursement : 100%	Non soumis au plafond de ressources Taux de remboursement : 100%	
ALD	Soumis au plafond de ressources Taux de remboursement de l'ALD (100 % en général)	Soumis au plafond de ressources Le curiste doit en outre être atteint d'une déficience ou d'une incapacité répertoriée au référentiel de de prescription Taux de remboursement de l'ALD (100% en général)	
* Peut être étendu à la personne accompagnante si sa présence est nécessaire en raison de l'état de santé ou du jeune âge du curiste. (1) Les personnes relevant du régime Alsace-Lorraine bénéficient d'un taux de prise en charge de 90% - (2) Toute dépense ou supplément excédant ces tarifs forfaitaires de responsabilité restent à la charge du curiste ou de sa complémentaire santé. C'est le cas notamment du Complément Tarifaire (CT) exigible pour tous les patients, hormis ceux ayant justifié d'une attestation de droits Complémentaire Santé Solidaire ou CSS (ex CMU-C ou ACS) en cours de validité			Plafond de ressources applicables pour les indemnités journalières (IJ) (arrêt de travail) Assuré seul : 41 136€ Majoration de 50% par personne à charge : 20 568€ Ex : assuré marié, sans enfant : 61 704 € Ex : assuré marié, 1 enfant : 82 272€ La durée maximale ouvrant droit au bénéfice des IJ, soit 21 jours de cure + 1 jour aller + 1 jour retour, est réduite de 3 jours par application du délai de carence.

Figure 9 : Taux de prise en charge et indemnisation d'une cure thermale en France (CNETh)

Le remboursement par la Sécurité Sociale est cependant conditionné à une liste d'exigences particulières :

- Relever d'au moins une des 12 indications reconnues du thermalisme (cf Figure 7)
- Pour chaque indication : une liste de soins spécifiques à dispenser est établie
- Pour finir, on retiendra que pour une même indication, le tarif de remboursement est identique quel que soit l'établissement thermal choisi par le patient.

Comme nous l'avons vu précédemment, les Thermes de Jonzac possèdent trois agréments : RH, VR et PHL. Les pathologies ouvrant droit à la prise en charge pour chaque agrément sont les suivantes :

Tableau 4 : Liste non exhaustive des pathologies éligibles à la prise en charge par l'Assurance Maladie à Jonzac (Vidal)

Indication	Pathologies éligibles
Rhumatologie (RH)	<ul style="list-style-type: none"> • Arthrose • Lombalgies (60% des cas) • Tendinopathies chroniques • Fibromyalgie • Polyarthrite rhumatoïde • Spondylarthrites • Rhumatisme psoriasique • Suites de traumatismes ostéo-articulaires et de chirurgie orthopédique (prothèses) • Troubles musculo-squelettiques (TMS)
Voies Respiratoires (VR)	<ul style="list-style-type: none"> • Rhinopharyngites et rhino-sinusites récidivantes • Rhinites chroniques • Rhinites et rhino-sinusites allergiques • Otites aiguës récidivantes • Asthme • Bronchites itératives et chroniques • Aide au sevrage tabagique • Suites de chirurgie des sinus
Phlébologie (PHL)	<ul style="list-style-type: none"> • Jambes lourdes, varices, œdèmes, ulcères liés à l'insuffisance veineuse • Thrombose (caillot) récente (1 mois après la phase aiguë) • Syndrome post-thrombotique • Hémorroïdes • Douleurs du bas ventre chez la femme • Maladie ou syndrome de Raynaud invalidant • Lymphœdèmes

La station thermale de Jonzac propose des cures « simple orientation », où il n'est traité qu'une seule des 3 pathologies conventionnées, ou des cures « double orientation » offrant la possibilité de bénéficier de soins ciblant deux pathologies (VR-RH, RH-PHL, VR-PHL etc...). Il convient de noter que, dans le cas d'une cure « double orientation », il y a toujours une affection dite de « premier handicap » qui consistera en une cure complète tandis que la deuxième affection de « second handicap » ne donnera lieu qu'à une cure partielle (moitié des soins de sa version complète).

A contrario de ce que l'on pourrait penser, il y a donc une différence entre une cure VR-RH et RH-VR. Dans la cure VR-RH, les Voies Respiratoires seront l'indication première de la cure et donc la pathologie motivant sa prescription tandis que dans la RH-VR ce sera l'inverse.

(1) Cure RH :

Elle consiste en 72 séances de soins avec ou sans activité physique en piscine, réparties en 4 soins par jour sur 18 jours :

→ Piscine thermale active	→ Douche générale (simple / au jet / pénétrante / térébenthinée)
→ Bain de boue (local/général)	→ Douche locale (pieds/mains)
→ Cataplasmes d'argile	→ Douche forte pression sous immersion
→ Massage sous l'eau	→ Radiovaporarium

Objectif visé : meilleure autonomie du patient dans la vie courante, meilleure qualité de vie, baisse de la prise de médicaments.

Résultats (effets perdurant plus de 9 mois après la cure)(39)(40) :

- 70% des patients se mobilisent mieux
- Douleur amoindrie de 26%
- 68 % des curistes ont baissé leur consommation de médicaments
- 78 % dorment mieux

Prix Limite de Facturation au 01/03/2020 : 551,17 €

(2) Cure VR

Elle comporte 108 séances de soins réparties en 6 soins par jour sur 18 jours :

→ Bain nasal	→ Douche générale ou pénétrante
→ Pulvérisation/nébulisation	→ Douche pharyngienne
→ Aérosol individuel (+/- sonique / mano-sonique)	→ Humage individuel ou inhalation collective
→ Rééducation respiratoire	→ Radiovaporarium
→ Gargarisme	→ Insufflation de la Trompe d'Eustache
→ Irrigation nasale	→ Méthode de déplacement de Proetz

Objectif visé : réduction de la fréquence et de l'intensité des crises d'asthme, moins de surinfection chez les patients atteints de Bronchopneumopathie Chronique Obstructive (BPCO).

Résultats (effets perdurant plus de 9 mois après la cure)(39) :

- Gêne respiratoire moindre de -20%

Il est à noter que cette cure peut être prescrite pour les enfants à partir de 3 ans au vu des soins pratiqués. Ces derniers représentent la majorité des bénéficiaires de cure VR.

Prix Limite de Facturation au 01/03/2020 : 485,79 €

(3) Cure PHL

Elle se compose de 72 séances de soins avec ou sans kinésithérapie:

- | | |
|----------------------------------------|-----------------------------|
| → Douche sous immersion en piscine | → Douche générale ou locale |
| → Pulvérisation des membres inférieurs | → Compresses d'eau thermale |
| → Rivière de marche à contre-courant | → Bain avec aérobain |
| → Piscine thermale active | → Massage sous l'eau |

Objectif visé : Stimulation de la circulation veineuse, développement d'une circulation collatérale et diminution de la stase circulatoire dans le but de tonifier les membres inférieurs et diminuer les lourdeurs.

Résultats (effets perdurant plus de 9 mois après la cure) (39) :

- ↘ douleurs des membres inférieurs
- ↘ lourdeurs et oedèmes des jambes
- Marche facilitée et périmètre de marche augmenté

Prix Limite de Facturation au 01/03/2020 : 510,47 € (sans kinésithérapie)
636,84 € (avec kinésithérapie)

3. Les soins thermaux de Jonzac

Ils sont adaptés à la pathologie du patient et se comptent au nombre de 4 à 8 soins / jour.

Les soins se divisent en 2 grands types :

- l'hydrothérapie externe qui regroupe :
 - Les bains
 - Les douches (froide, chaude, au jet...)
 - L'application de boue (illutation)
 - Kinésithérapie aquatique
 - Pulvérisation d'eau thermale
- l'hydrothérapie interne :
 - la cure de boisson
 - l'aérosolthérapie (inhalation, vaporarium...)
 - les douches locales (filiformes, nasales etc...)

Rentre ensuite en jeu différents facteurs comme la température de l'eau ou des dérivés thermaux, la puissance des jets ainsi que la durée du soin. Le médecin thermal modulera ces différentes variables afin de réaliser un programme de soin personnalisé pour le patient en fonction de sa pathologie : c'est la prescription thermique.

Le praticien privilégiera, en fonction du patient, des soins sédatifs (ayant une action antalgique, anxiolytique et anti-inflammatoire) ou des soins stimulants (pour lutter contre l'asthénie, les raideurs, les dystonies etc...)

En France, la pratique thermique est encadrée et réglementée.

En ce sens, la Caisse Nationale d'Assurance Maladie ainsi que la Confédération des établissements thermaux ont signé une convention définissant un Guide des Bonnes Pratiques thermales. Ce guide définit précisément le déroulement de chaque soin agréé, que ce soit la température, la durée ou le personnel habilité à le réaliser.

Cependant, certains soins spécialisés relèvent de la Nomenclature Générale des Actes Professionnels (NGAP), ce sont des actes médicaux. Les actes concernés par la NGAP pratiqués à Jonzac sont les suivants :

- douches pharyngiennes (VR)
- insufflations de trompe d'Eustache (VR)
- méthode de déplacement de Proëtz (VR)

a) Les soins communs à plusieurs indications

Afin de prodiguer les soins adaptés à chaque pathologie, les agents thermaux se reposent sur une centaine d'installations réparties sur le site des Thermes de Jonzac.

Ce sont à travers ces installations que nous allons aborder les différents actes de soins réalisés en ce lieu (41).

Dans le but d'en faciliter la lisibilité, chaque installation citée ci-après sera associée à un code couleur : **Rhumatologie (RH)**, **Voies Respiratoires (VR)** et **Phlébologie (PHL)**.

❖ **La Piscine thermique et bains thermaux** :


C'est le soin historique du thermalisme. Il permet d'exploiter les bienfaits de l'eau minérale naturelle grâce à une immersion continue qui potentialise l'imprégnation cutanée du patient.

En outre, la pression hydrostatique de l'eau procure un effet massant tandis que sa température profère un effet sédatif.


D'un point de vue psychosomatique, on créditera la balnéation d'une capacité à détendre profondément le patient en observant une action anxiolytique voire même antidépressive.

C'est dans ce type d'installation que peuvent avoir lieu des séances de soins rééducatifs.

En addition, le patient pourra pratiquer des exercices sollicitant les muscles jambiers immergés afin de potentialiser le retour veineux.

 : 34°- 36°C (piscine) et 34°- 38°C (bains)

On privilégiera une chaleur plus basse chez les patients atteints de cardiopathies ou de troubles circulatoires.


 : minimum 10 min (en général 20 min en association à des soins locaux comme des massages)

Il existe plusieurs types de bains / piscines :

- Généraux
- Locaux : type maniluve ou pédiluve
- Avec douche sous-marine : bain chaud avec douche fraîche des membres inférieurs permettant un drainage veino-lymphatique des jambes (PHL)
- A jets : elle permet un hydromassage actif plus ou moins diffus en fonction du nombre et de la localisation des jets sous-marins. Elle est destinée à assouplir les muscles
- etc...

❖ **La douche d'eau thermale** :   


Elle repose sur les propriétés thérapeutiques de l'eau mais aussi sur sa température pour apporter une action sédatrice, antalgique et vasodilatatrice.

 : 35°- 38°C

 : de 3 à 6 min (générale) ou 10 min (locale)

➤ Douche générale :

- Simple : Le patient se tient dans une cabine équipée de rampes verticales diffusant des jets d'eau chaude multidirectionnels. On cherchera ici une action diffuse et globale décontractante ou tonifiante en fonction de la température.
- Au jet : Il s'agit d'un soin réalisé à distance grâce à un jet puissant. Il se réalise en position debout. L'hydrothérapeute peut ajuster la durée et la localisation du jet ainsi que la température et la puissance de l'eau afin d'obtenir une action tonique ou relaxante en fonction de l'effet voulu.
En soin court, c'est le soin d'hydrothérapie thermal le plus stimulant, cependant plus la durée du soin sera longue et plus il sera sédatif.
En indication phlébologique, on terminera le soin par un jet brisé plus froid au niveau des membres inférieurs afin de les tonifier et de favoriser la circulation.
- De forte pression sous immersion :
Le patient est immergé dans une piscine collective ou dans un bain individuel chaud à 33°C où des jets de forte pression viennent masser les tissus.
Ces jets sont réglables en hauteur et permettent une relaxation des muscles ainsi qu'un raffermissement tissulaire.



▪ **Pénétrante** :  

Le curiste est allongé sur une table de soins et est soumis à une pluie faiblement pressurisée mais à haut débit émise par une rampe positionnée perpendiculairement à la peau.

➤ **Douche locale** : Il s'agit d'un soin à faible pression dont l'intérêt sera de cibler des zones restreintes particulièrement touchées par une pathologie.

On retrouvera par exemple des douches locales pour les mains et les pieds en cas d'atteintes arthrosiques.

Les douches peuvent être des soins d'accompagnement après un bain de boue, un massage etc...ou bien un soin à part entière.

❖ **Mobilisation en piscine thermale active** :  

Elle est réalisée sous la direction d'un kinésithérapeute diplômé d'État.

Le patient y effectue des mouvements de gymnastique rééducative ayant des bienfaits musculaires et articulaires en immersion dans de l'eau thermale à 33°C.


Cette immersion fournit, outre les bénéfices inhérents aux caractéristiques thérapeutiques de l'EMN, une mobilité accrue du patient grâce à la poussée d'Archimède (travail en décharge). Les mouvements de kinésithérapie sont donc facilités et moins douloureux pour le patient.


La pression hydrostatique entre également en jeu en ayant un rôle dans le retour veineux et en ayant une action massante lors des mouvements du patient.

La faible profondeur du bassin permet une bonne accessibilité et une sensation de sécurité pour les patients.


Elle peut être :


- Individuelle : le kinésithérapeute est en immersion avec le patient et le mobilise de façon active, passive ou contrariée sur différentes articulations.

 : 33° à 34°C

 : 10 min

- En groupe : Le professionnel de santé supervise depuis le bord de la piscine ou depuis une fosse à hauteur de l'eau. Les séances sont réalisées par thème en fonction de la pathologie (groupe lombaire, épaules etc...)

 : 34° à 36°C

 : 15 à 20 min


❖ **Massage sous l'eau** :  

Il s'agit d'un soin stimulant réalisé par des kinésithérapeutes selon la prescription du médecin thermal qui détermine les zones nécessitant un traitement. Le patient est allongé sur une table de massage et est humecté en permanence par une rampe de douche.

Il permet un drainage veino-lymphatique grâce au massage et procure une action décontractante sur les articulations douloureuses.

Il faut cependant être vigilant face à cette pratique. En effet, les patients sont très demandeurs de ce type de soin alors même qu'il leur serait parfois délétère, ce qui est le cas des patients très algiques (lombalgies sévères, sciatiques...). La prescription du médecin thermal doit donc être précise et le kinésithérapeute doit s'y conformer.

Il est conseillé de masser le corps dans sa globalité quand cela est possible en utilisant des techniques d'effleurage, de pétrissage ou de pincé-roulé. (20)

 : 10 min

❖ **Le Radiovaporarium** :  

Il s'agit d'une pièce fermée appelée « étuve » dans laquelle est produit un brouillard par pulvérisation d'eau thermale. Les gouttelettes microscopiques d'eau thermale pénètrent ainsi plus profondément dans l'arbre respiratoire et la peau ce qui potentialise leur action sur les poumons, les cartilages et les os.

Il est indiqué dans les pathologies rachidiennes aiguës (sciatiques, névralgies), les rhumatismes inflammatoires et les arthroses majoritairement.

b) Les soins spécifiques

(1) En Rhumatologie

Il s'agit de la première cause de fréquentation des établissements thermaux en France. En effet, les pathologies rhumatismales ont un impact important sur la qualité de vie des patients concernés (douleurs, raideurs, insomnies etc...) et le traitement primaire consiste en une prise de traitements antalgiques et/ou anti-inflammatoires en volume parfois important, pour une efficacité modérée.

Ces traitements entraînant des effets indésirables aigus (gastralgies et reflux) et chroniques (atteinte hépatique, ulcères...), le thermalisme représente donc un complément intéressant pour diminuer le recours aux traitements pharmaceutiques.

Parmi les premières données scientifiques publiées ayant trait à l'usage de l'eau thermale, on retrouve celles en lien avec les pathologies rhumatismales. Elles remontent à 1853, avec un article abordant les effets bénéfiques de bains d'eau thermale sur les rhumatismes chroniques, par le Dr James Tunstall (42).

L'indication RH est l'agrément initial ayant octroyé le statut de station thermale à la ville de Jonzac. L'initiative revient au Dr Louis Chalié (1985), qui a démontré l'effet thérapeutique de l'eau minérale naturelle de Jonzac lors d'un essai clinique portant sur 47 patients atteints d'arthropathie dégénérative ou inflammatoire. Cet essai fut réalisé sur des patients locaux, dans un module thermal expérimental en l'absence d'installations thermales préétablies. Il se composait d'une cure de boisson, d'une piscine de mobilisation active à 37°C et d'une douche pénétrante générale ou au jet. A l'issue de l'étude, le Dr Chalié constata que l'eau étudiée faisait preuve d'une action antalgique et décontracturante. De même, la consommation médicamenteuse des patients baissa et le bilan de la cure fut positif dans 87 % des cas.

Ce sont ces différents éléments qui auront conduit à l'octroi de l'agrément RH pour les thermes de Jonzac et qui auront ainsi permis leur ouverture en 1986.

A plus grande échelle, l'étude majeure portant sur l'indication RH en crénothérapie est l'étude THERMARTHROSE, initiée par l'Association Française pour la Recherche Thermale (Afreth). Le but de cette étude était d'appuyer le maintien du remboursement de la cure thermale en démontrant le service médical rendu (SMR) de la cure thermale dans le traitement de l'arthrose du genou. Le protocole reposait sur 2 groupes de patients issus de 3 stations thermales (Aix-les-Bains, Balaruc et Dax) :

- un groupe cure : incluant 232 patients bénéficiant de soins thermaux pendant 18 jours en complément de leur traitement habituel
- un groupe témoin : incluant 230 patients suivant leur traitement habituel uniquement

Les paramètres évalués étaient la réduction de la douleur et/ou l'amélioration des capacités fonctionnelles au démarrage de l'étude puis à 3, 6 et 9 mois.

Il ressort de l'étude une amélioration du SMR par rapport aux thérapeutiques conventionnelles non chirurgicales de la gonarthrose, appuyée par :


- une amélioration du score de la douleur de 25 % dans le groupe cure contre 7 % dans le groupe témoin à 9 mois
- une baisse d'incapacité significative (21 % pour le groupe cure contre 10 % dans le groupe témoin)
- 50,8 % d'amélioration en termes de douleur et de fonction à 6 mois pour le groupe cure (36,4 % pour le groupe témoin) (43)


Pour finir, l'effet thérapeutique de la crénothérapie sur l'arthrose est évalué à 0,55 ce qui la place parmi les thérapeutiques les plus efficaces. A titre de comparaison, le paracétamol (0,21), les exercices de renforcement musculaire (0,32) ou la perte de poids (0,13) présentent un score moins élevé (44).

Cela ne veut pas dire pour autant qu'il faille abandonner ces leviers d'amélioration, simplement que le thermalisme possède une place légitime dans le traitement de l'arthrose, conjointement aux facteurs cités ci-dessus.

En médecine de ville, la prescription d'antalgiques est de plus en plus souvent associée à la prescription de séances de kinésithérapie qui ont démontré une efficacité indéniable dans ces pathologies. Cette pratique est donc également reprise dans les soins thermaux.

❖ **Douche générale térébenthinée** : 


 : 40°C


 : 3 min

Il s'agit d'une douche d'eau thermale avec adjonction d'une proportion constante d'essence de térébenthine (8%). Elle est administrée sur une ou plusieurs parties du corps. Elle est d'origine naturelle, obtenue par distillation à partir de la résine du pin maritime (*Pinus pinaster*) et est inscrite à la Pharmacopée Française.

L'essence de térébenthine officinale additionnée à l'eau thermale possède des propriétés rubéfiantes, antalgiques et anti-inflammatoires de par sa teneur en carbures terpéniques (45).

❖ **Bain de boue thermale en apesanteur** : 

 : 38°C

 : 15-20 min

Aussi appelé illutation, elle consiste à enduire son corps de boue par immersion.

De la même façon que l'eau en piscine allège le patient grâce à la poussée d'Archimède, la boue procure une pesanteur réduite de par sa densité. L'illutation permet donc une relaxation profonde du patient, de même qu'un léger massage par le flux de boue.

La boue est composée de kaolin mélangé à de l'eau thermale.

Il participe à l'assouplissement des articulations, provoque une vasodilatation cutanée et musculaire et accélère le passage des éléments minéraux de l'eau à travers la peau.

En ce qui concerne l'hygiène, l'absence de contamination microbologique est assurée par un procédé de pasteurisation en continu de la boue.

❖ **Cataplasmes d'argile chaude** : 


Là encore, la prescription du médecin thermal est primordiale pour déterminer le nombre de cataplasmes à appliquer et les zones à traiter en fonction de chaque patient. Le nombre de zones d'applications simultanées est limité à 5 afin d'éviter une élévation thermique trop importante pour le patient.

La Convention Thermale harmonise cette pratique pour tous les établissements thermaux de France.

Le type d'argile retenu ici est la montmorillonite de par sa forte capacité d'absorption d'eau thermale et sa propension à maintenir une température constante durant tout le soin.

Pour finir sa souplesse permet un meilleur positionnement et une meilleure efficacité.

La température d'application des cataplasmes doit être comprise entre 44 et 48°C.

 : jusqu'à ce que le cataplasme ait refroidi et soit égal à la température corporelle (soit 10 à 20 minutes)

D'un point de vue organoleptique, les agents thermaux s'assurent d'une couleur, d'une texture et d'une viscosité adéquate avant application.

L'effet thérapeutique est obtenu grâce à l'application prolongée de chaleur, lénifiante et antalgique, ainsi qu'à l'amélioration des échanges percutanés par la boue, augmentant l'effet de l'eau thermale.

Les cataplasmes sont dédiés à un curiste lors de son premier soin et seront réservés à celui-ci pour toute la durée de sa cure.

(2) Pour les Voies respiratoires

La crénothérapie pour les voies respiratoires concerne des pathologies diverses, touchant les voies aériennes supérieures mais aussi l'appareil pulmonaire.

Par ailleurs, le contexte rural de la majeure partie des stations thermales (dont celle de Jonzac) offre également, pour certains, un environnement moins pollué que celui de leur domicile urbain et un climat plus favorable qui améliore leurs symptômes. C'est ce qu'on appelle la climatothérapie.

On cherchera, au travers de la cure thermale, une diminution de l'inflammation et de la gêne respiratoire ainsi que la baisse de la consommation d'antibiotiques (dans la BPCO surtout). Le but final étant de diminuer la fréquence des crises.

A l'origine, les stations thermales possédant l'agrément VR se répartissaient en deux grandes catégories :

- Les stations arsenicales et bicarbonatées pour l'asthme (ex : La Bourboule, le Mont-Dore)
- Les stations sulfurées pour les infections des muqueuses respiratoires (ex : Amélie-Les-Bains, Cauterets, Luchon...)

Il convient donc de constater que Jonzac n'appartient pleinement à aucune de ces deux classes mais qu'elle se retrouve plutôt à l'interface de celles-ci avec son eau sulfurée, sulfatée, chlorurée sodique. Cette composition, relativement atypique en France, est cependant très utilisée dans les affections des voies respiratoires chez nos voisins allemands.

C'est ce constat qui a motivé la thèse du Dr Fumeau-Demay en 1987, ayant participé à l'octroi de l'agrément VR pour l'EMN de Jonzac. Celle-ci consistait en un essai préliminaire, de type ouvert, de l'effet de l'eau issue de Soenna sur 100 cas de pathologies des muqueuses respiratoires. Les soins prodigués au cours de l'étude étaient typiques de ceux composant une cure VR agréée, à savoir : douche, aérosol sonore, vaporarium, lavage des sinus, gargarisme etc...

Les critères d'évaluation retenus étaient multiparamétriques : examen clinique, biologie spécifique (éosinophilie), bilan radiologique, gaz du sang, exploration fonctionnelle respiratoire (Peak-flow), etc...

Il ressort de l'étude : une tolérance parfaite des soins, une baisse de la consommation médicamenteuse (47 % des cas) ainsi qu'une amélioration de l'état ventilatoire des patients à l'issue des 21 jours de cure. L'appréciation subjective de la cure pour les patients relevant du cadre ORL était de 42 % et atteignait même 61 % dans le domaine des affections pulmonaires (46).

Par ailleurs, cette étude met en avant des propriétés cruciales de certains composants de l'EMN de Jonzac d'un point de vue ORL (46) :

- Souffre : antiasthmatique, antiseptique, mais aussi antitoxique (sulfoconjugaison), excito-sécrétoire bronchique et anti-scléreux
- Sodium : antiseptique et tonifiant des muqueuses
- Calcium : anti-infectieux, antiallergique, sédatif et antispasmodique bronchique
- Magnésium / Silice : antispasmodique bronchique
- Arsenic : antiasthmatique (par action antagoniste de l'histamine)

Depuis, diverses études ont montré l'efficacité de l'eau thermale dans le traitement d'affections ORL comme l'essai clinique de Staffieri et Abramo (2007) portant sur l'effet d'une eau thermale sulfurée, arsenicale et ferrugineuse sur la résistance respiratoire nasale et la clairance mucociliaire (47).

On notera donc que les caractéristiques de cette eau présentent des similitudes à celles de l'EMN de Jonzac.

L'essai porta sur 37 patients atteints de sinusites chroniques infectieuses soumis, sur une durée de 12 jours, à des inhalations d'eau thermale pendant 10 min suivies par 10 min d'aérosol nasal. A l'issue de l'essai, les auteurs constatèrent une augmentation du flux respiratoire nasal (± 26 %), une diminution significative du temps de transport mucociliaire (± 40 %), une réduction du taux de neutrophiles dans la muqueuse nasale (44 % des cas) ainsi qu'une baisse de la présence bactérienne (56,7 % des cas).

Cependant, il est légitime de se poser la question de l'origine de ces résultats. En effet, en l'absence d'une comparaison à un témoin ayant les mêmes propriétés mécaniques, il est difficile d'imputer cette action uniquement à une eau thermale et non à tous types d'eaux.

Pour cette raison, Ottaviano *et al.* (2011) compare, dans une étude clinique similaire, l'action d'une eau thermale et l'action de sérum physiologique sur les muqueuses nasales. Il en ressort que l'action d'élimination bactérienne est similaire dans les deux cas, de par la détersion mécanique issue de l'irrigation nasale. Cependant, seule l'utilisation d'eau thermale démontre une action décongestionnante des fosses nasales quantifiée par une diminution de la résistance à l'écoulement de l'air (48).

Ces résultats convergent donc dans le sens d'une justification scientifique de l'action ORL de certaines eaux thermales.

Pour cette raison, les soins spécifiques aux Voies Respiratoires pratiqués aux thermes de Jonzac sont les suivants :

❖ Aérosol : 

Il consiste en la diffusion d'eau thermale en gouttelettes fines produites par un générateur à flux continu. L'aérosol est délivré au patient par l'intermédiaire d'un masque d'inhalation qui est individuel et remplacé entre chaque séance. L'eau thermale peut donc libérer ses propriétés thérapeutiques en profondeur tout en nettoyant le système respiratoire. Elle renforce aussi la résistance des muqueuses mises à rude épreuve par certaines pathologies comme la BPCO qui engendre une destruction de l'épithélium bronchique.

En résumé, c'est une technique qui permet une diminution de la gêne respiratoire en fluidifiant le mucus et en ralentissant le processus catarrhal.

Le diamètre des gouttelettes joue un rôle primordial au niveau de la distribution respiratoire, plus il sera petit et plus l'aérosol pénétrera loin.


Il existe 3 types d'appareils permettant d'obtenir des diamètres différents :

- Aérosol pneumatique :

Il agit par pulvérisation pneumatique d'eau thermale sous forte pression sur une cible solide.

Taille des gouttelettes obtenues : 2 à 20 μm

Cible : Voies aériennes supérieures majoritairement car les gouttelettes s'arrêtent au niveau des ramifications bronchiques


 : 10 à 20 min

- Aérosol sonore :

Il permet la nébulisation de l'eau thermale grâce aux vibrations infra-soniques d'un quartz. La caractéristique plus fine du nébulisât ainsi obtenu permet une meilleure impaction au niveau ORL (notamment les sinus). Il nécessitera parfois de faire tousser le patient après le soin pour désencombrer les muqueuses.

Taille des gouttelettes obtenues : < 10 μm

Cible : ORL (sinus ++)


 : 10 à 20 min

- Aérosol manosonique :

Le principe est identique à l'aérosol sonore mais auquel on ajoute un passage de la solution thermale à travers une membrane perméable. Cela permet la création d'une surpression modulable liée à la déglutition.

Taille des gouttelettes obtenues : 0,4 à 10 μm

Cible : ORL (Trompe d'Eustache ++)

 : 10 à 12 min


C'est l'aérosol qui permet la meilleure imprégnation des sinus ainsi que des trompes d'Eustache. Il a été vérifié par scintigraphie une efficacité de pénétration 150 fois supérieure à celle d'un aérosol sonore. (20)

En addition à la taille des gouttelettes, la cible thérapeutique peut être ajustée en fonction du matériel d'inhalation employé : embout nasal, masque, ou bol.

❖ **Humage individuel ou inhalation collective** : 

Il s'agit d'un brouillard d'eau et de gaz thermaux à saturation qui permet d'atteindre les zones proximales supérieures de l'appareil respiratoire (nez, gorge, amygdales, larynx). En ce qui concerne l'inhalation chaude collective, la taille des gouttelettes est inférieure à 30 µm, ce qui lui confère une moindre pénétration par rapport à un aérosol. Cependant, il est beaucoup plus facile à supporter par le patient car il se fait de façon passive, sans matériel. Le humage individuel quant à lui nécessite un masque.

Température de la pièce : 29°-32°C


 : 8 à 12 min (humage individuel) et 15-30 min (inhalation collective)

Ce soin engendre une vasodilatation périphérique avec augmentation du rythme cardiaque. Les curistes présentant des troubles cardiovasculaires ou cérébraux graves se verront donc contre-indiquer ce soin. Pour les autres, afin de prolonger cet effet et éviter un choc thermique trop brusque, le patient se voit remettre un peignoir chaud en fin de séance.

Au regard de l'appareil respiratoire, la muqueuse absorbe les minéraux d'intérêt contenus dans l'eau minérale naturelle utilisée conférant ainsi une action à la fois générale et locale.


❖ **Pulvérisations nasales et pharyngées** : 

Utilisées pour mettre en contact les cavités nasales, les amygdales et le pharynx avec l'eau thermale grâce à des gouttelettes projetées au fond de la cavité buccale. Ces gouttelettes sont générées par bris d'un jet filiforme sur un tamis avant administration. Elle repose sur le même procédé que le humage vu précédemment et recourt à deux embouts positionnés dans les fosses nasales à l'aide d'une palette (ou à l'aide d'un tamis pour le pharynx). La température et la pression de l'eau est ajustable par l'opérateur.

 : 5 min (nasal) + 5 min (pharynx)

❖ **Gargarisme** : 

Consiste à nettoyer en surface la muqueuse buccale par action mécanique tout en permettant une imprégnation par l'eau thermale en profondeur. Il est indiqué dans les affections du pharynx et du larynx.

 : 5 min


❖ **Bain et irrigation nasale** :

Réalisé à l'aide d'une pipette ou d'une poire par la narine du patient. Il permet un lavage des allergènes et la régénération de la muqueuse nasale par action anti-inflammatoire locale. Dans certains cas, il permettra l'évacuation des sécrétions infectieuses et des croûtes.


Le bain nasal ne requiert l'utilisation que d'une pipette de Depierris et d'un verre.

On le réalise avant les soins ORL pour augmenter la perméabilité nasale et le soir si besoin.

Au niveau de la manipulation, le patient devra pencher la tête légèrement en avant, tout en l'inclinant du côté opposé à l'introduction de la pipette, afin de permettre l'évacuation de l'eau par la narine inférieure.

 : 5 min (instillation d'une ou deux pipettes)


L'irrigation nasale s'effectue quant à elle grâce à une canule à forme d'olive reliée à un récipient (bock) surélevé rempli d'eau thermale. La méthode d'instillation est la même que pour le bain nasal.

 : 2 à 4 min par narine

❖ **Douche pharyngienne** :

Relevant de la compétence exclusive du médecin thermal, c'est un soin délicat à réaliser de par la grande quantité d'eau directement projetée dans l'oropharynx du patient. Elle peut donner une sensation de « noyade » et est donc de moins en moins utilisée.

L'administration est réalisée à l'aide d'un pistolet pouvant produire un jet filiforme ou dispersé. Son recours est aujourd'hui restreint aux cas d'atrophie muqueuse sévère de par son effet stimulant ainsi qu'aux cas de prolifération du tissu lymphoïde où l'on recherchera plutôt une action détersive et cicatrisante.

 : 3 min

❖ **Insufflation de la Trompe d'Eustache** :

Aussi appelée insufflation tubaire, elle relève de la NGAP et doit donc être pratiquée par un médecin.

Le praticien insert une sonde d'Itard le long du plancher nasal jusqu'à l'entrée de la trompe d'Eustache. Durant cette manœuvre, il va libérer du gaz par la sonde qui va faire une pression progressive sur l'orifice tubaire et provoquer son ouverture, offrant ainsi accès à l'oreille moyenne.

Cette technique est celle de référence dans le traitement de toutes les pathologies tubotympaniques de l'adulte et est très efficace en cas de catarrhes tubaires car elle associe désobstruction des trompes et nettoyage des sécrétions.

Chez l'enfant, du fait de structures en cours de développement, on préférera un aérosol manosonique pour atteindre la même zone.

❖ Méthode de déplacement de Proëtz : VR

Elle relève également du domaine médical et ne peut être réalisée que par un médecin. Elle permet un lavage des sinus par mécanisme d'aspiration/dépression. Il s'agit de l'unique technique non-invasive permettant un nettoyage efficace des sinus et par conséquent une diminution immédiate de la pression sinusale ressentie par le patient. Ce soin est indiqué dans les sinusites maxillaires et postérieures. Il sera cependant contre-indiqué en cas d'arthrose des vertèbres cervicales car celles-ci seront sollicitées de manière trop importante lors de l'exercice, nécessitant le maintien de la tête en position déclive.

❖ La Kinésithérapie respiratoire : VR

Aussi appelée rééducation respiratoire, elle doit être réalisée par un kinésithérapeute diplômé d'État à titre individuel ou collectif. Elle permet au patient de réaliser des exercices de gymnastique respiratoire afin qu'acquérir des gestes et attitudes indispensables à une bonne gestion du souffle.

Ces gestes consistent en 4 ateliers majeurs :

- Gymnastique nasale et faciale
- Gymnastique posturale
- Travail diaphragmatique
- Relaxation musculaire

A l'issue des ateliers, le patient présente un volume respiratoire augmenté ainsi qu'une meilleure expectoration des sécrétions bronchiques.

La kinésithérapie respiratoire peut être prodiguée à titre individuel pour les patients nécessitant une personnalisation poussée des soins du fait d'une capacité ventilatoire très altérée.

🕒 : 15 – 30 min

(3) En Phlébologie

La thérapeutique thermique en phlébologie est intéressante car elle présente une certaine innocuité et surtout elle se trouve être non invasive.

Le traitement classique des varices, par exemple, consiste historiquement en une chirurgie lourde, sous anesthésie, qui engendre des douleurs post-opératoires importantes pour le patient. Malgré l'amélioration des techniques actuelles (laser endoveineux ou radiofréquence) qui sont beaucoup moins invasives, le thermalisme représente un traitement alternatif permettant d'éviter ou de retarder le recours à de telles interventions.

En ce qui concerne les thromboses veineuses profondes (TVP), le schéma prophylactique traditionnel s'appuie sur un traitement médicamenteux à base d'anticoagulants (héparines injectables, Préviscan, NACO...) ainsi que sur des règles d'hygiène de vie strictes (règles hygiéno-diététiques, contention veineuse...), où la non-observance peut avoir des conséquences délétères. Ces non-observances se traduisent par des récurrences d'épisodes sévères, engendrés par la formation d'un caillot (saut de prise ou arrêt de l'anticoagulant, non-port des bas de contention issu de la difficulté d'enfilage par une personne âgée dont la mobilité est souvent réduite...) ou d'hémorragies (surdosage de l'anticoagulant).

On constate donc que malgré l'efficacité indéniable des thérapeutiques traditionnelles, elles présentent de nombreuses contraintes pour le patient, là où la médecine thermique constitue un cadre de traitement privilégié et indolore qui sera perçu comme moins contraignant.

La cure PHL sera indiquée dans les 3 à 6 mois suivant l'épisode de phlébite de façon à en limiter les complications.

Il peut être conseillé de la faire en été, de façon à atténuer l'impact des fortes chaleurs (vasodilatation) et ainsi mieux supporter la période estivale.

L'ensemble des soins sera réalisé à température modérée ou fraîche afin de faciliter le retour veineux.

La maladie veineuse chronique des membres inférieurs présente diverses manifestations cliniques dont la fréquence est proportionnelle à l'âge :

- Les varices qui sont issues de l'augmentation de la longueur et du calibre des veines sous-cutanées
- Les symptômes veineux se caractérisant par une sensation de jambes lourdes
- Les troubles trophiques veineux, résultant de varices sévères ou de séquelles de TVP, qui sont la source principale d'ulcères des membres inférieurs.

Le thermalisme aura donc pour but d'agir sur les différentes composantes de la maladie veineuse chronique citées ci-dessus, afin d'en juguler les symptômes et d'en prévenir les complications. Il représente aussi une thérapeutique efficace pour les patients non éligibles aux traitements chirurgicaux ou endovasculaires.


D'un point de vue scientifique, l'essai clinique français majeur sur l'usage de la crénothérapie en phlébologie est l'étude THERM&VEINES, instiguée par l'Afreth, portant sur 425 patients souffrant d'insuffisance veineuse chronique non ulcérée.

Selon le même modèle que l'étude THERMARTHROSE, l'essai se base sur un groupe cure de 214 patients ayant suivi une cure de 18 jours en complément de leur traitement habituel et sur un groupe témoin de 211 patients n'ayant suivi que leur traitement usuel.

Les paramètres évalués étaient la survenue à un an d'une lésion ulcéreuse à la jambe, le score de sévérité de la maladie veineuse (score de Rutherford adapté) ainsi que des auto-questionnaires sur les symptômes veineux et la qualité de vie.

Il ressort de l'étude que la survenue de lésions ulcéreuses à un an n'est pas significativement différente entre les deux groupes. Cependant, le traitement thermal permet une amélioration indéniable de l'état clinique, des symptômes veineux ressentis et de la qualité de vie des patients et ce sur une durée minimale d'un an (49).

La cure PHL a donc une action à la fois curative et préventive. En ce but, les soins réalisés sont les suivants :


❖ **Couloir de marche à contre-courant** : 


Il s'agit d'un bain dynamique à contre-courant où l'objectif est de faire déambuler le patient dans de l'eau thermale en mouvement.

La mobilisation en contre-courant permettra une rééducation progressive des muscles des membres inférieurs face à l'effort ainsi qu'un meilleur retour veineux.

On considère que la contraction des muscles au niveau des mollets éjecte 30 cm³ de sang vers le cœur. Cet effet de pompe participe donc à stimuler la circulation sanguine.

Le sol présente un relief troué laissant s'échapper de petites bulles. L'effet du relief sur la voute plantaire ainsi que les bulles d'air potentialiseront le retour veineux par léger massage.

 : 26°-29°C

 : 10 min

❖ **Bain avec aérobain** : 


Il consiste en une immersion du patient dans un bain thermal couplé à la diffusion de fines bulles d'air sous pression. La température du bain aura une action antalgique et vasodilatatrice sur les vaisseaux tandis que les bulles rempliront une fonction de massage superficiel et de drainage des toxines en favorisant les échanges cutanés.


La balnéation mobilise le volume veineux et possède une action antioedémateuse grâce à l'augmentation de la concentration en Facteur Natriurétique Atrial (FNA).

Ce peptide est une hormone vasodilatatrice qui est synthétisée par l'atrium droit du cœur lorsqu'il est sollicité mécaniquement. Elle joue un rôle diurétique en favorisant l'excrétion rénale de l'eau.

Lors d'une expérimentation sur les eaux thermales de Royat en 1993, il a été mis en évidence que l'immersion du patient dans un bain (milieu mille fois plus dense que l'air) entraîne une contre-pression s'exerçant sur les parties immergées. Cette pression va comprimer les réservoirs vasculaires inférieurs et entraîner un transfert de sang vers le thorax. Celui-ci est potentialisé par la position en décubitus dorsal du patient. C'est ce transfert qui va augmenter la pression auriculaire en quelques secondes, distendre le tissu atrial et provoquer la libération du FNA (50).

Afin d'obtenir une pression hydrostatique efficace, il est donc nécessaire que la profondeur de la baignoire soit suffisante (minimum 50 cm d'eau) pour optimiser le transfert veineux.


 : 28°-36°C


 : 10 – 20 min

❖ Compresse d'eau thermale :

Appliquées sur les zones prescrites par le médecin, elles présentent l'intérêt d'être extrêmement douces, ce qui permet son usage chez des patients à la peau très fragilisée ou très algique, chez qui l'illutacion est impossible. Elles possèdent un effet décongestionnant et drainant dû à la température froide des compresses.

Ce soin favorise la cicatrisation des tissus affectés par un retour veineux altéré et le port d'une contention.

 : 18°C

 : 10-15 min

4. Les soins non-conventionnés

En France, la cure thermale souffre d'une image vieillissante. D'après une enquête commanditée par le CNETH en 2006, 90% des curistes ont plus de 50 ans et sont retraités dans la majorité des cas (77%) (51).

En %

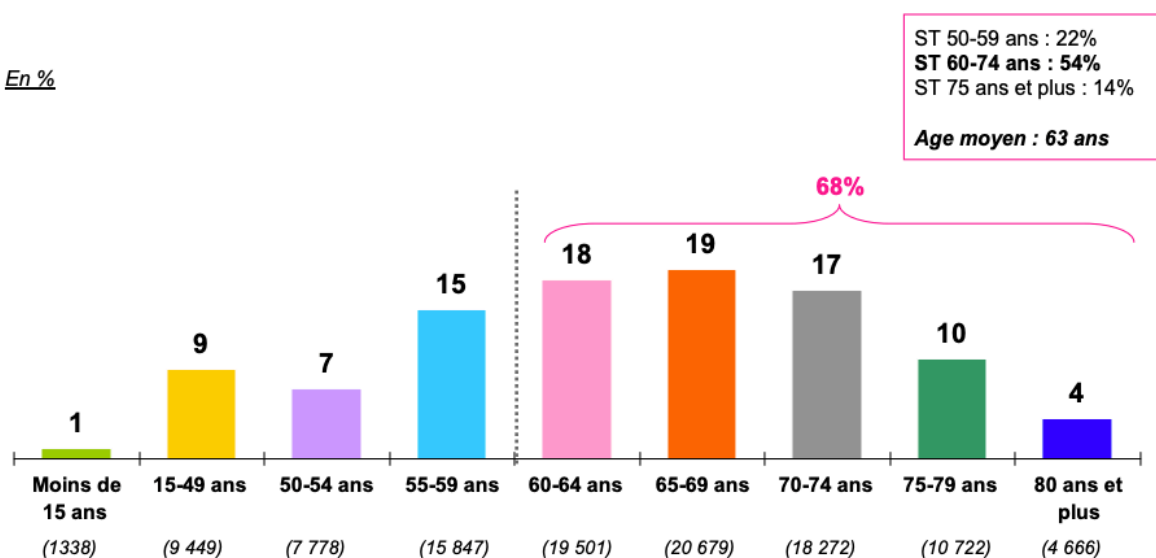


Figure 10 : Répartition des curistes par tranche d'âge (CNETH)

Les établissements thermaux cherchent donc à se renouveler et à attirer une population d'actifs qui, en temps normal, n'aurait pas le temps libre nécessaire pour réaliser une cure complète.

C'est ce qui a donné naissance aux mini-cures de 6 jours qui sont des soins « à la carte », non remboursés par la Sécurité Sociale.

Ce concept de soins de confort a aussi été appliqué au curiste lambda qui effectue une cure conventionnée mais qui souhaiterait des soins complémentaires. Dans cette optique, les thermes de Jonzac ont développé des soins innovants ayant un bénéfice thérapeutique ou de bien-être pour le patient.

a) Programme « Sommeil au naturel »

Il est souvent proposé en complément de cure RH car les patients souffrant de pathologies rhumatismales sont aussi ceux souffrant le plus couramment de problèmes d'insomnie dus aux douleurs.

Il se décline sur 2 objectifs principaux :

- le soulagement des tensions musculaires : grâce à des séances de sophrologie, de yoga et de massages
- la gestion de la douleur et de la fatigue : via divers ateliers (autohypnose, éducation thérapeutique du sommeil et musicothérapie)

b) l'Option « Santé Active »

Elle offre au curiste la possibilité de recourir à des activités sportives adaptées et encadrées ainsi qu'à des techniques de médecine conventionnelle et holistique innovantes :

(1) La pressothérapie

Il s'agit d'une méthode de drainage veino-lymphatique grâce à un appareil mécanique qui alterne entre des cycles de pression et de dépression. Il se présente sous la forme de bottes ou de manchons reliés à un compresseur à air.

Son but est de reproduire le drainage lymphatique manuel qui consiste à réaliser des mouvements compressifs de bas en haut pour favoriser la circulation veineuse et lymphatique. De cette action drainante découle une capacité à éliminer les toxines par la lymphe.

Ce soin est donc indiqué dans les pathologies de « jambes lourdes », les lymphœdèmes, les varices et permet une récupération plus rapide chez le sportif.

D'un point de vue esthétique, elle contribue également à une réduction de la cellulite aqueuse par baisse de la rétention d'eau.

Durée : 30 min

Contre-indications : néoplasies, insuffisances organiques, hypertension ou phlébites sévères

(2) La réflexologie plantaire

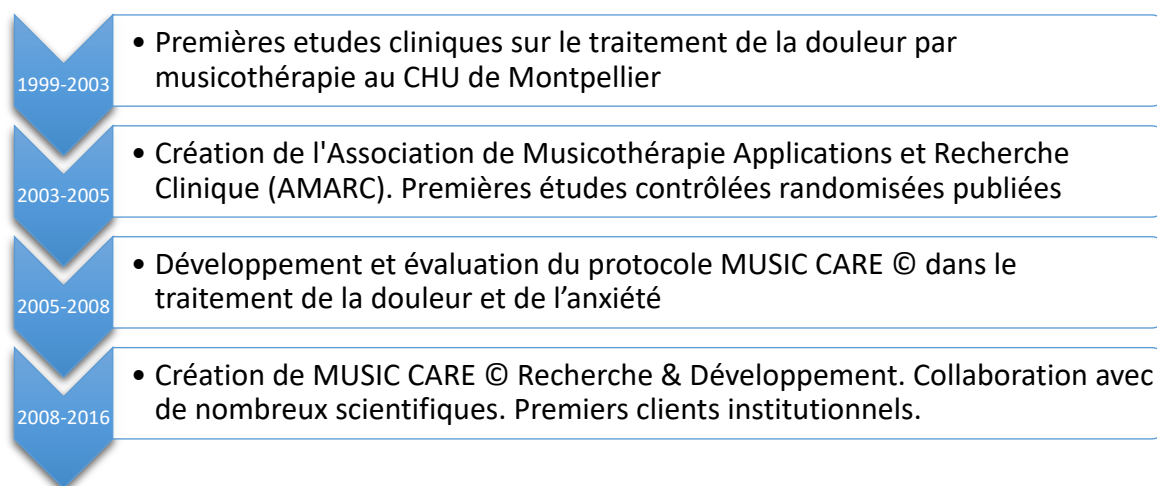
Il s'agit d'une méthode holistique ancestrale utilisant le massage et reposant sur le précepte que chaque zone du pied (dite « reflexe ») correspondrait à une partie du corps ou à un organe spécifique. Il serait ainsi possible par massage de réactiver ou stimuler certaines fonctions physiologiques.

A ce jour, aucune étude scientifique ne prouve l'efficacité de la réflexologie d'un point de vue scientifique (selon E.Ernst en 2009) (52).

(3) La musicothérapie

Il s'agit d'une méthode d'analgésie non médicamenteuse innovante qui repose sur des émissions sonores.

Son créateur, le Dr Stéphane Guétin (docteur en psychologie clinique), développe cette technologie depuis plus de vingt ans en partenariat avec l'Inserm et le CHU de Montpellier.



Ces nombreuses années de travail ont donné naissance au protocole Music-Care®.

Il se repose sur des compositions musicales adaptées selon l'effet désiré, qui plongent le patient dans un état de relaxation profond.

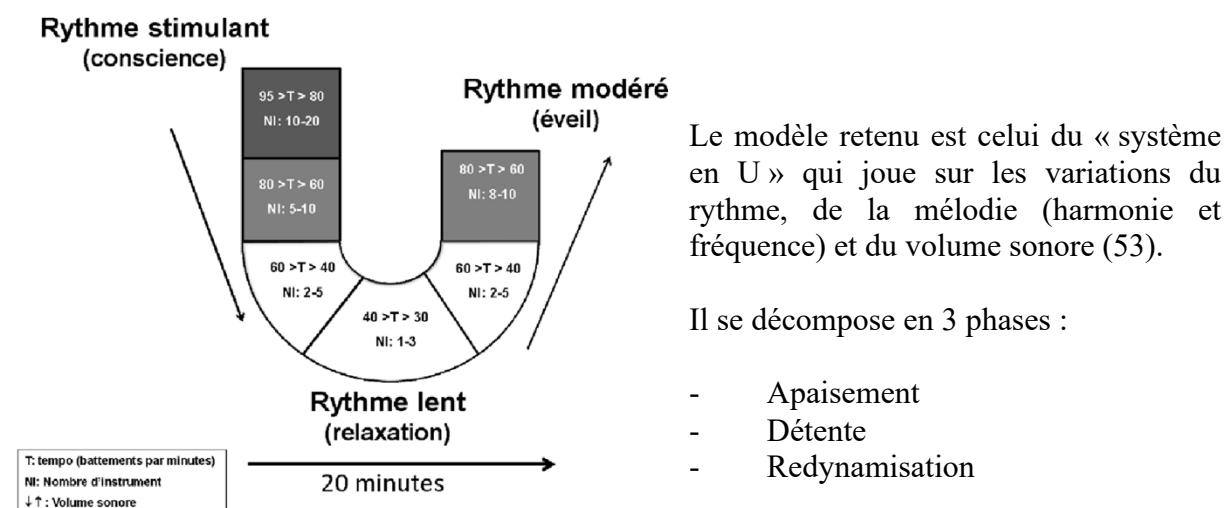


Figure 11 : Système en "U" (S.Guétin)

Basé sur plus d'une centaine d'études contrôlées et randomisées, celles-ci ont démontré que ce protocole permettait de réduire de plus de 50% la douleur, l'anxiété et la consommation de médicament ; le tout, sans effet secondaire.

Son action est d'autant plus ressentie chez les patients atteints de maladies chroniques, chez qui les tensions psychiques et physiques sont omniprésentes.

Une étude réalisée en 2013 dans un service d'oncologie a montré des résultats probants (54) :

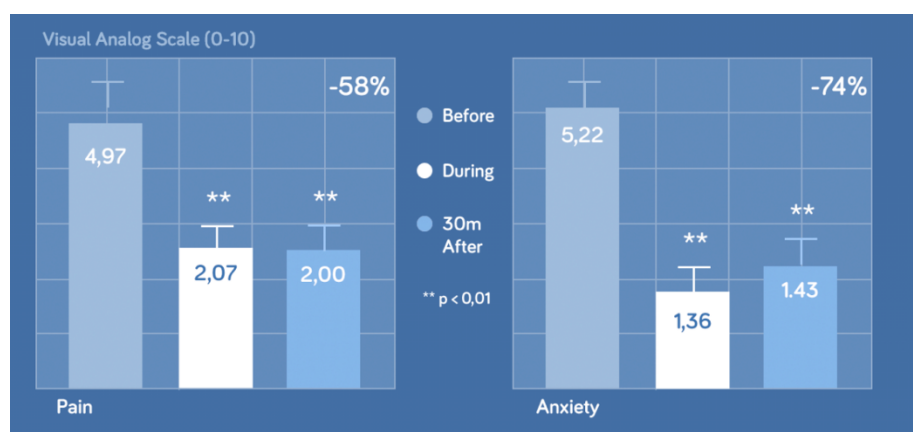


Figure 12 : Graphique de l'impact de Music-care© sur la douleur et l'anxiété de patients atteints de cancers (Jourt-Pineau et al.)

Aujourd'hui, suite à plusieurs années d'expérimentations sur le terrain en milieu hospitalier, ce soin d'hypno-analgésie est prouvé efficace aussi bien en oncologie, qu'en maternité ou qu'en soins palliatifs.

Dernièrement, la société travaille sur un concept d'immersion multisensorielle, à la fois visuelle et sonore, avec le photographe Yann Arthus-Bertrand. L'idée serait de potentialiser l'hypnose grâce à des suggestions visuelles via un casque de réalité virtuelle. Les études dirigées par le Dr Gilles Boccara sont actuellement en cours et les résultats seront présentés lors de la prochaine conférence de la Société Française d'Étude et de Traitement de la Douleur (55).

5. Contre-indications à la cure thermique

Les contre-indications sont détectées à deux niveaux : par le médecin prescripteur de la cure et par le médecin thermal. Le premier déterminera une contre-indication générale à la cure tandis que le second pourra mettre en évidence des contre-indications relatives à certains soins.

Les contre-indications générales empêchant la réalisation d'une cure quelle que soit l'indication sont les suivantes :

- Altération sévère de l'état général
- Affections débilitantes (psychoses ou démences séniles)
- Insuffisance d'organe grave (cardiaque, pulmonaire, cérébrale etc...),
- Cancer ou infection en stade évolutif (ex : VIH stade Sida...),
- Insuffisance veineuse (qui contre-indique toute balnéothérapie en eau chaude)
- Lésions cutanées ouvertes (escarres, plaies...)
- Allergie au soufre (pour les eaux minérales soufrées)

En fonction de chaque pathologie, les contre-indications peuvent être spécifiques :

- Contre-indication à la cure RH :
 - Les radiculalgies hyperalgiques
 - Les rhumatismes inflammatoires en phase de poussée et/ou traités par du méthotrexate et des corticoïdes a fortes doses
 - Système immunitaire compromis : acquis ou découlant d'un traitement immunosuppresseur (cyclosporine pour les greffés, fortes doses de corticoïdes...), qui expose à un risque infectieux accru (Baqué-Gensac, 2004)

- Contre-indication à la cure VR :
 - Insuffisance cardio-respiratoire
 - Infection broncho-pulmonaire évolutive (tuberculose, abcès...)
 - Stations d'altitude supérieure à 800 mètres si le patient présente une hypoxie inférieure à 65-60 mmHg de manière permanente

- Contre-indication à la cure PHL :
 - Thrombose veineuse profonde aiguë

Comme nous l'avons vu précédemment, le médecin thermal établit, au début de la cure, une prescription thermale. Celle-ci est propre à chaque patient et tient compte de sa pathologie mais aussi de (20) :

- L'âge,
- L'état général,
- Pathologies associées :
 - État psychologique,
 - Cardio-vasculaire,
 - Problèmes dermatologiques
 - Contre-indication à certains soins,
- Ses aptitudes physiques et mentales à supporter les soins

Cet examen initial permettra de déterminer si le patient présente certaines contre-indications à des soins spécifiques.

On citera par exemple certains cas d'obésité ou de mobilité très réduite rendant impossible l'accès à certains bains (taille de la baignoire, marches...) ou bien la présence de problèmes dermatologiques infectieux ou cardiovasculaires graves contre-indiquant l'accès aux piscines. Des problèmes psychiques peuvent aussi être à l'origine de contre-indications comme la claustrophobie pour les vaporariums ou la phobie de l'eau pour les bains et piscines.

Il convient de noter que cette analyse du patient est grandement facilitée par le Dossier Médical Partagé (DMP). Véritable carnet de santé électronique, il permet de faire un relais efficace et surtout exhaustif de l'état de santé du patient, entre le médecin généraliste et le médecin thermal. Dans ce but, la nouvelle Convention thermale (2018-2022) met l'accent sur la création de DMP qui est systématiquement proposée dans les établissements thermaux depuis 2020.

6. Conclusion

Les objectifs du thermalisme sont divers en fonction de la pathologie :

- Si celle-ci est chronique, on cherchera à atténuer les symptômes gênants ou douloureux tout en ayant pour but, *in fine*, de baisser la consommation médicamenteuse qui, comme on le sait, peut avoir des effets délétères à long terme sur le bien-être du patient.
- En soins de suite de thromboses, on aura pour objectif de remobiliser le patient en limitant les douleurs.
- En cas de séquelles traumatiques ou de fractures, le but sera de rééduquer le membre accidenté en renforçant les muscles grâce à de la kinésithérapie par exemple

Le suivi des patients s'accompagne toujours d'un volet éducatif primordial pour potentialiser et entretenir les bienfaits de la cure. Il consiste en des conseils sur :

- La réalisation d'activités physiques régulières et adaptées (gym douce, pilâtes, exercices...)
- L'apprentissage de postures (en particulier en RH pour le dos) ou de gestes (mouchage, lavage de nez ou kinésithérapie respiratoire pour les VR)
- La mise en place de règles hygiéno-diététiques (perte de poids, arrêt du tabac...)
- La maîtrise du stress (qui est délétère dans toutes les pathologies)

Cependant, tous les traitements thermaux doivent être envisagés sur le long terme, car les effets de ces derniers sont progressifs et cumulatifs.

Les effets bénéfiques se ressentent en général au moins 6 mois suivant la cure, dans la mesure où les règles d'hygiène de vie sont bien respectées. Il sera donc conseillé de renouveler la cure chaque année.

D'un point de vue financier, le thermalisme ne représente que 0,15% des dépenses de l'Assurance Maladie pour un apport de santé indéniable. D'après le CNETh, les dépenses liées au thermalisme n'ont augmenté que de 8,6 % en 12 ans contre 52,9 % pour l'ensemble des autres postes de frais. Son faible impact sur le budget de santé et son service médical rendu font que son remboursement est pour le moment maintenu, contrairement aux autres pays européens.

Au niveau personnel cependant, le coût de la cure pour le patient reste tout de même un frein à la pratique thermale (environ 1100 €, dont la majorité est allouée à l'hébergement). La cause de ce coût élevé est la forte demande face à une offre de logement insuffisante menant parfois à des loyers thermaux exorbitants (jusqu'à 2000 € les 21 jours). Pour cette raison, les établissements thermaux construisent aujourd'hui massivement des logements, afin de pouvoir héberger un nombre de curistes en adéquation avec leur capacité d'accueil.

En conclusion, le recours à la cure thermale est légitime aussi bien d'un point de vue financier que thérapeutique au vu des bénéfices pour le patient. D'ailleurs, ce sont les patients eux-mêmes qui définissent le mieux la cure thermale. Ils la décrivent comme étant un traitement naturel (63%), complémentaire à la médecine traditionnelle (55%), qui leur permet de soulager efficacement la douleur (46%). Elle est adaptée à tous les âges de la vie (41%), ne présente pas d'effets secondaires (39%) et prend en compte le corps dans son ensemble (51).

La crénothérapie constitue donc un complément de choix aux thérapeutiques conventionnelles chez des patients ayant des profils particuliers (échec thérapeutique, qualité de vie altérée...).

Au vu de l'effet de l'eau minérale naturelle et de l'image dont elle jouit auprès des patients, certains grands groupes cosmétiques ont décidé de formuler des soins permettant de bénéficier d'une « cure à la maison ». C'est ainsi que sont nés les produits cosmétiques élaborés à base d'eau thermale, aussi appelés « dermo-cosmétiques », que nous allons voir.

D. Application en dermo-cosmétique

L'usage des eaux thermales en dermatologie remonte à de nombreuses années, cependant les premiers usages documentés scientifiquement remontent au début du XIX^{ème} siècle avec la *Description des maladies de la peau* (1806) rédigée par le père de l'école dermatologique française, Jean-Louis Alibert. Ce dernier recommande fortement l'utilisation d'eaux sulfureuses dans les maladies inflammatoires de la peau comme l'eczéma ou le psoriasis et va même jusqu'à conseiller l'usage d'eaux minérales artificielles, préparées par des pharmaciens, pour les patients ne pouvant se déplacer à la source d'une eau minérale naturelle (56).

C'est dans cette même logique, d'amener les bienfaits de la source au domicile du patient, qu'est née la dermo-cosmétique.

C'est habituellement dans les stations thermales agréées pour la dermatologie que se développent des gammes dermo-cosmétiques (Avène, LRP...). En effet, les fabricants « surfent » sur l'image de marque que représentent le thermalisme et l'eau thermale. L'eau minérale naturelle ayant des propriétés thérapeutiques reconnues, ils capitalisent sur un effet de transfert, dans l'inconscient collectif, de ses propriétés à leurs produits.

Ils contournent ainsi l'interdiction d'allégation thérapeutique appliquée aux cosmétiques en utilisant l'appellation d'eau « thermale » à défaut de pouvoir utiliser l'appellation d'eau « minérale naturelle » (en comptant sur une certaine synonymie dans l'esprit du consommateur). C'est ainsi qu'est née la notion de « cosmétique active ».

Il est à noter que ce genre de partenariat entre établissement thermal et cosmétique est mutuellement bénéfique. En effet, la notoriété de ces gammes cosmétiques au niveau national reflète de manière très positive sur les thermes qui lui sont associés. Certains patients, satisfaits d'une gamme thermale, pourront ainsi décider d'aller réaliser une cure « à la source ».

Malgré l'absence d'agrément en dermatologie de l'eau minérale naturelle de Jonzac, les médecins et usagers des thermes constatent au fil des ans, une amélioration significative de l'état cutané des patients après la cure. C'est ce postulat qui mènera, en 2011, le laboratoire Léa Nature à commercialiser une gamme dermo-cosmétique bio à base d'eau thermale de Jonzac.

1. Législation

La définition du produit cosmétique est identique pour l'ensemble de l'Union européenne (Article 2 du règlement cosmétique (CE) N° 1223/2009 du parlement européen et du conseil de l'UE du 30 novembre 2009).

En France, elle est retranscrite dans le CSP (article L.5131-1) (19) :

« On entend par produit cosmétique toute substance ou mélange destiné à être mis en contact avec les parties superficielles du corps humain (l'épiderme, les systèmes pileux et capillaire, les ongles, les lèvres et les organes génitaux externes) ou avec les dents et les muqueuses buccales, en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect, de les protéger, de les maintenir en bon état ou de corriger les odeurs corporelles. »

Cette définition exclue donc toute action ou allégation thérapeutique pour les produits cosmétiques.

Par la suite, la mise sur le marché d'un produit cosmétique doit répondre à plusieurs conditions :

- Déclaration d'ouverture ou d'exploitation de l'établissement en charge de la fabrication à l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament (ANSM)
- Désignation par le fabricant d'une personne responsable pour chaque produit cosmétique mis sur le marché
- Constitution d'un dossier d'information sur le produit qui contient :
 - Descriptif du produit
 - Rapport sur la sécurité de celui-ci, selon les critères du règlement cosmétique
 - Descriptif du processus de fabrication et conformité aux Bonnes Pratiques de Fabrication
 - Preuve de l'effet revendiqué lorsque cela le justifie
- Notification à la Commission Européenne des informations sur le produit (composition, étiquetage etc...)

L'évaluation de la sécurité du produit ne peut être réalisée que par une personne titulaire d'un diplôme universitaire en Pharmacie, Toxicologie, Médecine ou d'une discipline, analogue ou équivalente, d'un État Membre de l'UE d'après l'arrêté du 25 août 1999 relatif à la qualification professionnelle des responsables de certaines activités concernant les produits cosmétiques.

Par ailleurs, l'établissement doit faire preuve du respect des règles de composition des produits. Le cosmétique, ainsi produit, ne doit donc pas comporter de composants figurant sur la liste des substances interdites (Annexe II du règlement cosmétique N° 1223/2009).

Une exception est toutefois faisable si la substance interdite est déjà présente naturellement à l'état de traces dans un des composants.

En effet, l'Article 17 du règlement cosmétique stipule que « *la présence non intentionnelle d'une petite quantité d'une substance interdite, provenant d'impuretés issues des ingrédients naturels ou synthétiques [...] qui est techniquement inévitable dans de bonnes pratiques de fabrication, est permise [...]* » (57).

C'est cette distinction qui permet au sélénium, naturellement présent dans l'eau thermale, d'être autorisé dans l'élaboration des produits cosmétiques bien qu'il figure sur la liste des substances interdites.

2. Transport et fabrication

L'eau utilisée dans l'ensemble des produits Eau Thermale Jonzac® est issue du forage Lomega.

Elle est acheminée jusqu'à l'établissement Dalkia, à proximité des thermes, via des canalisations en polybutène qui sont résistantes à la corrosion et inertes vis à vis de l'eau minérale naturelle transportée.

L'eau ainsi acheminée est ensuite stockée dans des camions citernes, afin d'être exportée sur le site de fabrication des produits Eau Thermale Jonzac® à Périgny, dans la banlieue rochelaise, à une centaine de kilomètres de Jonzac.



Figure 13 : Logo de la marque Eau Thermale Jonzac®

3. Intérêts thérapeutiques

Le but de la dermo-cosmétique est d'apporter non seulement une amélioration de l'état esthétique de la peau mais aussi de potentialiser la régénération de cette dernière. Ceci dans l'optique d'apporter un confort à l'utilisateur par le biais d'un apaisement des symptômes cutanés gênants.

Pour arriver à atteindre cet objectif, le laboratoire Léa Nature se base sur certaines propriétés thérapeutiques démontrées des eaux thermales :

a) Action anti-inflammatoire

L'inflammation est un processus de défense mis en place par l'organisme afin de lutter contre une agression externe (ex : infection) ou interne (ex : cancer). Il recourt à un ensemble de médiateurs chimiques entraînant une vasodilatation, facilitant ainsi l'accès des cellules du soi au site concerné. Cette migration de cellules de la lignée blanche et de macrophages permettra de lutter contre la source de l'inflammation pour en venir à bout dans la majorité des cas. S'en suit un processus de résorption de l'œdème causé par la vasodilatation ainsi qu'un processus de cicatrisation.

D'un point de vue clinique, le processus inflammatoire local se manifeste par une tuméfaction chaude et sensible qui peut être érythémateuse si elle est de type superficielle.

C'est ce qui se produit chez les patients atteints d'inflammation chronique cutanée (dermatite atopique, rosacée...) ou lors des suites d'un traitement cutané sensibilisant (rétinoïdes, UV...).

Une étude menée sur l'eau thermale d'Avène par Ghersetich *et al.* (58) avec des patients ayant une peau inflammatoire a révélé l'efficacité d'une application d'eau thermale biquotidienne sur l'inflammation cutanée.

Tableau 5 : Impact de l'application biquotidienne d'eau thermale d'Avène sur des patients à peau sensible

Manifestations cliniques	Nombre de sujets	Impact positif de l'application biquotidienne d'eau thermale	
		Entre semaine 1 et 2	Entre semaine 2 et 3
Érythème	82	53 (soit 65%)	62 (soit 76%)
Sensation de brûlure	64	45 (soit 70%)	49 (soit 70%)
Sensation de tiraillement	58	41 (soit 71%)	44 (soit 76%)
Desquamation	47	26 (soit 55%)	34 (soit 72%)
Prurit	30	14 (soit 47%)	18 (soit 60%)

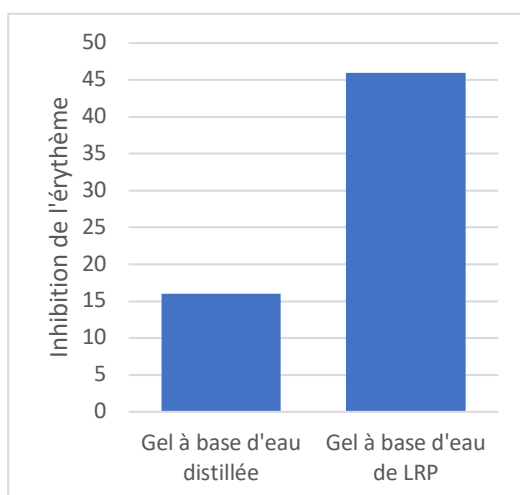
D'autres études sur différentes eaux thermales ont démontré des résultats similaires (Pornet *et al.* pour La Roche-Posay (LRP), Bourgeois *et al.* pour Uriage, etc...), il est donc possible d'extrapoler que l'eau minérale naturelle de Jonzac pourrait faire preuve d'une efficacité similaire. Le point commun de toutes ces eaux étant leur hyperminéralité.

En 1995, Pinton *et al.* avance la théorie que le sélénium présent dans l'eau minérale naturelle serait responsable de l'activité anti-inflammatoire de cette dernière. En effet, son étude, portant sur des patients atteints de psoriasis et suivis en cure de 18 jours à La Roche-Posay, a démontré une corrélation entre l'élévation du taux plasmatique de sélénium et la diminution des signes cliniques du psoriasis (59).

Cette étude ne permet toutefois pas d'avérer l'efficacité de l'application locale d'eau thermale sur le psoriasis car les patients étaient soumis à la fois à des douches filiformes mais aussi à l'ingestion d'un litre d'eau de la Roche-Posay par jour. L'origine de l'action anti-inflammatoire a donc été prouvée en lien avec le sélénium mais le mécanisme d'imprégnation reste quant à lui incertain.

La même année, Celerier *et al.* sont arrivés à la même conclusion quant à l'action du sélénium mais ont également mis en évidence le mécanisme d'action de celui-ci : il va inhiber la production de cytokines pro-inflammatoires (IL-6 et $TNF\alpha$). D'après eux, cette inhibition pourrait s'expliquer par l'augmentation de l'activité des granulocytes lorsqu'ils sont en contact avec des sels de sélénium, ce qui potentialise leur activité bactéricide et phagocytaire (60).

Une dernière étude, menée par Pernet *et al.*, cherche cette fois-ci à démontrer *in vivo* l'action anti-inflammatoire d'un gel à base d'eau thermale de la Roche-Posay. Chez des volontaires sains, soumis à une irritation cutanée induite par du laurylsulfate de sodium, ont été appliqués : soit un gel à base d'eau thermale, soit un gel témoin à base d'eau distillée. Le critère d'évaluation de cette étude est l'évolution de l'érythème induit, mesuré par vélocimétrie laser doppler. Les résultats obtenus sont les suivants :



On observe une inhibition significative de 46 % de l'érythème induit lors de l'application de gel thermal contre 16 % pour le gel témoin.

L'effet anti-inflammatoire de l'eau thermale est donc observé *in vivo* dans le cas d'une application percutanée. Son utilisation en dermo-cosmétique est donc fondée pour la diminution de l'inflammation des couches superficielles de la peau et dans la réduction de ses manifestations cliniques.

Figure 14 : Inhibition de l'érythème en % en fonction du gel utilisé

En se basant sur ces études, Léa Nature a décliné Eau Thermale Jonzac® en une gamme « anti-rougeurs » :

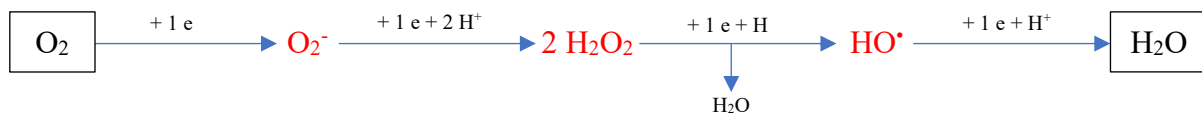


Celle-ci se base sur les propriétés anti-inflammatoires de l'eau thermale mais aussi sur des actifs végétaux et naturels comme :

- La chlorelle : micro-algue diminuant l'apparition de vaisseaux superficiels visibles au niveau cutané par son action anti-radicalaire. Cet effet antioxydant lui est conféré par ses composants comme la chlorophylle, le β -carotène ou les vitamines E et C.
- Le ginkgo biloba : reconnu par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour ses propriétés dans le traitement des signes cliniques d'étiologie vasculaire ou liés à la résistance artérielle périphérique. Ses actifs d'intérêts majeurs sont les flavonoïdes qui ont déjà fait leurs preuves car ils sont utilisés dans la Pharmacopée Européenne et sont présents dans la quasi-totalité des médicaments ou dispositifs médicaux indiqués dans le traitement des troubles vasculaires. On pensera notamment au Daflon® couramment utilisé et titulaire d'une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) (61).
- La phytosphingosine : actif lipidique biomimétique naturellement présent dans les couches superficielles de la peau, il garantit une bonne cohésion cutanée tout en renforçant la fonction barrière de celle-ci contre les agressions extérieures. Il agit en stimulant les kératinocytes à produire plus de céramides, qui sont des composants lipidiques essentiels de la peau et participe ainsi à réduire les phénomènes inflammatoires (Byung-hak Kim *et al*) (62) et bactériens (Pavicic *et al.*) (63).

b) Action anti-oxydante

Le caractère oxydatif de l'organisme se traduit par la présence de radicaux libres qui sont des dérivés de l'oxygène (anion superoxyde O_2^- et radical hydroxyle HO^\bullet majoritairement).



Ils ont la caractéristique de présenter un électron libre sur leur couche externe ce qui les rend extrêmement instables et réactifs.

Les radicaux libres sont produits de manière naturelle lors des processus physiologiques de notre organisme. Cependant, lorsque celui-ci est soumis à des conditions de stress comme lors d'une inflammation, les procédés de détoxification de l'organisme sont saturés et les radicaux libres excédentaires vont venir altérer, voire détruire les composants de nos cellules et entraîner leur apoptose.

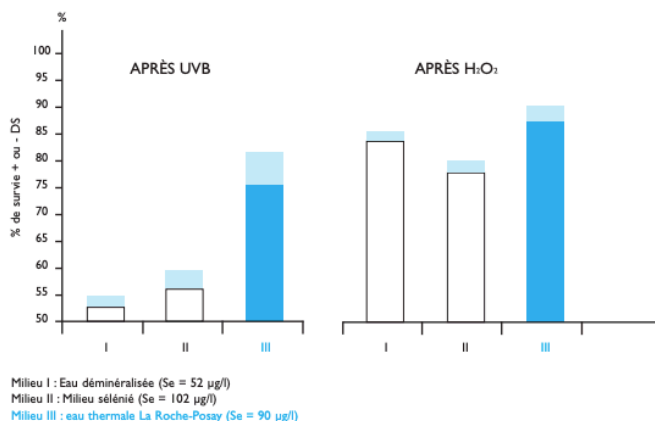


Figure 16 : Pourcentage de survie des fibroblastes après action cumulative des UVB ou adjonction d'H₂O₂ (LRP)

Souches	Milieu I	Milieu II	Milieu III La Roche Posay
Souche A			
Se	0,088	0,141	0,295
GPX	117	161	-
SOD	2,3	2	-
Souche B			
Se	0,073	0,061	0,187
GPX	153	217	128
SOD	1,8	2,2	5,8
Souche C			
Se	0,068	0,063	0,417
GPX	128	187	110
SOD	2,1	1,8	3,1

Figure 15 : Teneur en Se des fibroblastes, activité Gpx et SOD en fonction du milieu d'incubation (LRP)

On observe ici un taux de survie général plus important dans le milieu III contenant de l'eau thermale par rapport au milieu témoin. En outre, il ressort de ces études que l'activité de la GPx est augmentée par le milieu enrichi en sélénium et que celle de la SOD est augmentée dans le milieu contenant de l'eau de la Roche-Posay (probablement grâce au zinc). L'action anti-oxydante de l'eau thermale serait donc en effet due à sa richesse en sélénium mais aussi en zinc qui est un cofacteur des mécanismes anti-radicalaires.

La même caractéristique a été observée sur l'eau d'Uriage par Favier (1993), qui a mis en évidence une corrélation entre l'activité de la SOD et l'eau thermale. Celle-ci s'expliquerait cette fois par la présence de manganèse (à une concentration importante dans l'eau d'Uriage) qui est elle aussi un cofacteur de la SOD.

Pour finir, en l'absence d'étude spécifique sur l'eau de Jonzac, on peut conjecturer une analogie de leurs actions car l'eau de Jonzac présente une concentration en manganèse supérieure à celle d'Uriage (260 µg/L à Jonzac contre 154 µg/L à Uriage).

Cependant, l'ensemble de ces études, validant le mécanisme d'action de l'eau thermale, ne garantissent en rien l'action de celle-ci dans des cosmétiques, le passage transcutané de l'eau thermale n'y étant en rien démontré. Néanmoins, une étude de 1991 menée par Cadi et al. présente un intérêt dans ce sens car il s'agit d'une étude *in vivo* cherchant à démontrer l'effet protecteur anti-radicalaire d'une application percutanée d'eau thermale.

Dans ce but, 2 groupes de rongeurs hairless (HRO) ont été traités ; soit par une crème à base d'eau thermale de la Roche-Posay ; soit par une crème témoin à base d'eau déminéralisée ; puis exposés à une source d'UVB (3 fois / semaine pendant 25 semaines).

Les critères d'évaluation étaient l'apparition de tumeurs photo-induites ainsi que la présence de marqueurs de peroxydation lipidique (activité de la GPx et taux de malondialdéhyde – MDA).

Les résultats obtenus sont les suivants :

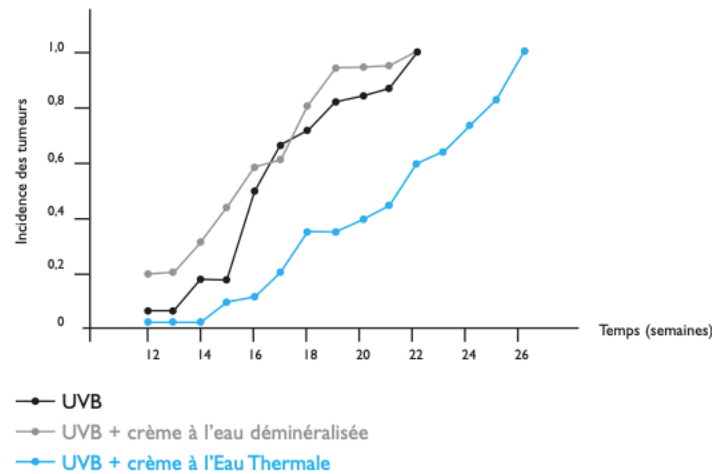


Figure 17 : Incidence des tumeurs après exposition aux UVB en fonction du traitement utilisé (La Roche-Posay)

Il ressort de cette étude que l'application de crème de la Roche-Posay n'a pas modifié l'incidence finale des tumeurs mais que celle-ci a retardé d'environ 6 semaines leur apparition. D'autre part, l'activité de la GPx a été augmentée significativement dans le groupe traité à l'eau thermale. Cela traduit une peroxydation lipidique moindre avec un taux de MDA (cytotoxique et mutagène) moins important que dans le groupe témoin.

En conclusion, cette étude prouve l'action de l'eau thermale en tant qu'inhibiteur de la peroxydation lipidique, met en avant un effet retardateur de la carcinogénèse, mais surtout, légitime l'utilisation de dermo-cosmétiques à base d'eau thermale en prouvant son passage transcutané.

c) Action immunomodulatrice

De nombreux patients recourant aux soins thermaux à visée dermatologique sont atteints de dermatite atopique. Cette affection est la résultante de divers mécanismes qui ont pour point commun de relever du domaine de la réaction allergique.

Pour rappel, la peau présente un système immunitaire pouvant déclencher des réactions d'hypersensibilité immédiate et retardée.

L'hypersensibilité immédiate est déclenchée lorsque des antigènes viennent activer les IgE présentes à la surface des mastocytes, entraînant leur dégranulation et ainsi la libération de marqueurs inflammatoires (histamine et prostaglandines). L'histamine ainsi produite va entraîner une vasodilatation locale pour augmenter le recrutement des cellules du soi et lutter contre l'allergène. Cependant, cette histamine va aussi interagir avec les nerfs adjacents, ce qui provoquera démangeaisons et douleurs. En conséquence, ces nerfs « agressés » (les fibres C) vont sécréter la substance P (pour « Pain ») qui va pouvoir se lier aux mastocytes et entraîner une nouvelle dégranulation d'histamine : c'est la cascade allergique (66).

L'hypersensibilité retardée est, quant à elle, régie par les cellules de Langerhans. Ce sont des cellules dendritiques qui reconnaissent des antigènes (Ag), puis migrent vers les tissus lymphoïdes secondaires pour présenter ces Ag aux lymphocytes T. Ce sont ces lymphocytes T qui, une fois stimulés, vont produire divers médiateurs inflammatoires, dont les cytokines.

Les eaux thermales vont pouvoir agir à différents niveaux de la réaction allergique afin de la juguler et d'en réduire l'impact sur l'organisme. C'est le cas de l'eau de la Roche-Posay ou d'Avène qui sont notoirement connues pour leurs applications dans les pathologies dermatologiques. Les études suivantes étayent ces propos :

En 1998, Joly *et al.* se sont intéressés à l'effet de l'eau thermale d'Avène sur l'activation des mastocytes par la substance P ou des antigènes. Pour cela, ils ont placé des mastocytes dans des milieux contenant diverses concentrations d'eau d'Avène pendant 30 minutes avant de les exposer à de la substance P. Le même protocole a été appliqué pour l'expérimentation de l'exposition à des antigènes.

Après exposition, les différents milieux ont été analysés pour connaître leur teneur en histamine (par ELISA) et en prostaglandine D₂ (par dosage radio-immunologique) :

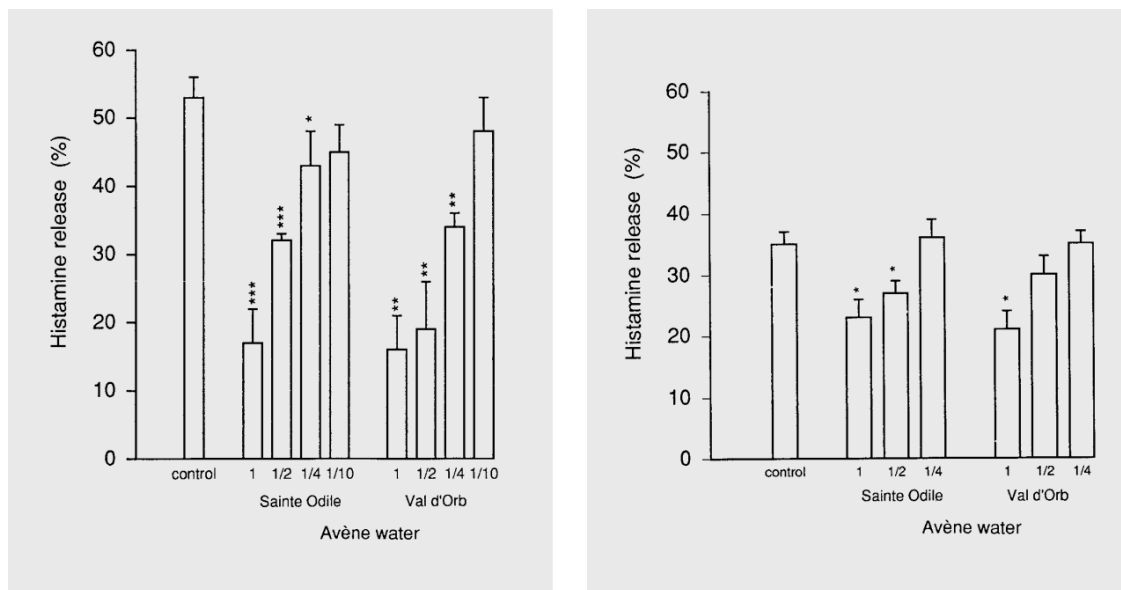


Figure 18 : Effet de l'eau thermale d'Avène sur la libération d'histamine induite par la substance P (à gauche) ou par des antigènes (à droite) ; (Joly *et al.*)

On constate que l'exposition à l'eau thermale d'Avène a permis de réduire de $37,5 \pm 4\%$ la libération d'histamine, ce qui est significatif. De la même manière, la libération de prostaglandine D₂ (PGD₂) a été réduite d'environ 50 %.(67)

Cette étude a donc prouvé l'efficacité de l'eau thermale d'Avène en tant qu'inhibiteur de la dégranulation des mastocytes quel que soit le facteur déclenchant de celle-ci (antigène ou substance P). Elle prouve donc la pertinence de l'eau thermale dans la régulation de la cascade allergique et son indication dans le traitement de diverses pathologies comme les urticaires qui dépendent fortement de la substance P et de PGD₂ dans leur expression.

En ce qui concerne le mécanisme d'action de l'eau thermale dans cette inhibition, il pourrait être dû à différents facteurs comme une interaction ionique de la substance P avec l'eau thermale avant de se lier aux mastocytes ou encore par la propension de l'eau thermale à modifier la composition hydrodynamique des membranes cellulaires (comme l'a avancé Cézanne *et al.*).

L'étude précédente concerne l'hypersensibilité immédiate, mais n'aborde pas l'hypersensibilité retardée. C'est une étude récente par Eliasse *et al.*(2019), qui va s'intéresser à l'impact de l'eau d'Avène sur les cellules dendritiques.

Comme décrit précédemment, lors de la réaction allergique, les cellules dendritiques vont maturer et se différencier pour entrainer le recrutement de lymphocytes T CD4⁺ qui exprimeront, à leur tour, des cytokines pro-inflammatoires.

L'étude se base sur la culture de cellules dendritiques dans 3 milieux :

- Un milieu à base d'eau thermale d'Avène (ASW)
- Un milieu témoin contenant de l'eau distillée (CTW) → Témoin négatif
- Un milieu CTW additionné de dexaméthasone (ayant pour but d'inhiber la différenciation dendritique) → Témoin positif

Les cellules dendritiques de ces différents milieux seront ensuite stimulées par différents médiateurs pour induire leur maturation.

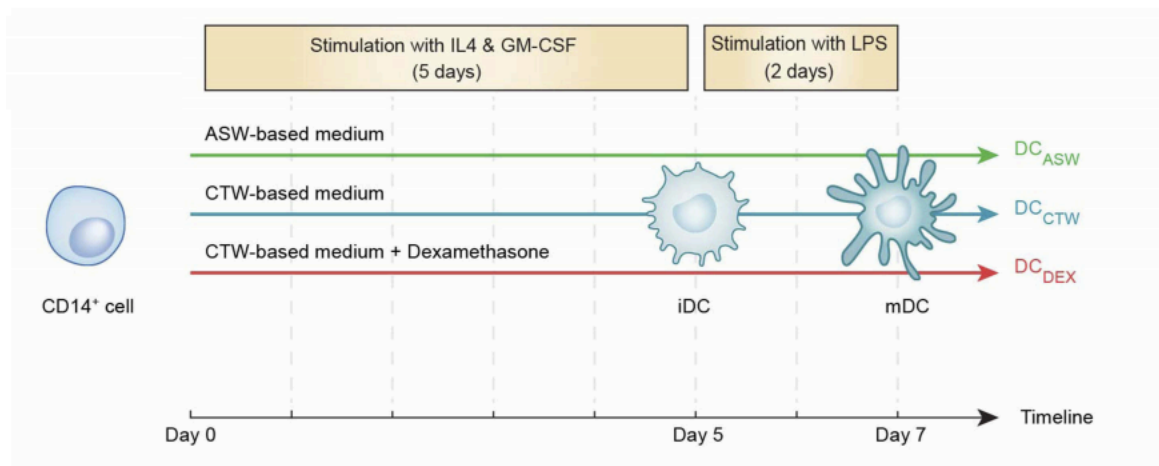


Figure 19 : Maturation et différenciation des cellules dendritiques en fonction des milieux de culture (Eliasse *et al.*)

Il ressort de cette étude que l'eau thermale d'Avène, inhibe la différenciation et la maturation des cellules dendritiques naïves (CD14⁺) en cellules dendritiques matures (CD1), de même qu'elle réduit la capacité de celles-ci à engendrer la prolifération des lymphocytes T CD4⁺ d'environ 10%.

L'eau minérale naturelle d'Avène agit également sur la sécrétion de cytokines :

- Par les cellules dendritiques : baisse de la production d'IL-12 et d'IL-23 qui participent au recrutement de lymphocytes T-helper et augmentation de la production d'IL-10 qui est une cytokine inhibitrice régulant la réaction immunitaire.
- Par les lymphocytes T CD4⁺ : baisse de la production d'interféron gamma (IFN- γ) et d'IL-17 (68).

En conclusion, l'eau thermale d'Avène agit comme un immunomodulateur, à la fois par une action directe sur les cellules immunitaires, mais aussi par une action indirecte sur leurs signaux de costimulation.

Cependant, il convient de noter que l'ensemble de ces résultats n'est pas extrapolable à toutes les eaux thermales. En effet, l'eau thermale d'Avène contient une flore microbienne particulière (*Aquaphilus dolomiae*) qui a été reconnue responsable de promouvoir la production d'IL-10 et de réguler l'activation des T CD4⁺ (Martin *et al.*). Les résultats sur ces deux facteurs sont donc à écarter lors de l'évaluation du potentiel immunomodulateur des autres eaux thermales.

Pour finir, une dernière action notable de l'eau thermale sur la réponse immunitaire est l'effet de cette dernière sur les polynucléaires éosinophiles. Le rôle de ceux-ci est de migrer vers le foyer de l'inflammation par chimiotactisme afin d'entretenir la réaction inflammatoire. Beauvais *et al.* (69) cherchent alors à démontrer que l'eau d'Uriage pourrait avoir un effet pro-apoptotique sur ces éosinophiles.

Pour cela, ils ont utilisé des éosinophiles humains préparés grâce à des facteurs de survie (IL-5) auxquels ils ont ajouté de l'eau d'Uriage ou du sérum physiologique. Les résultats sont observés après 48h :

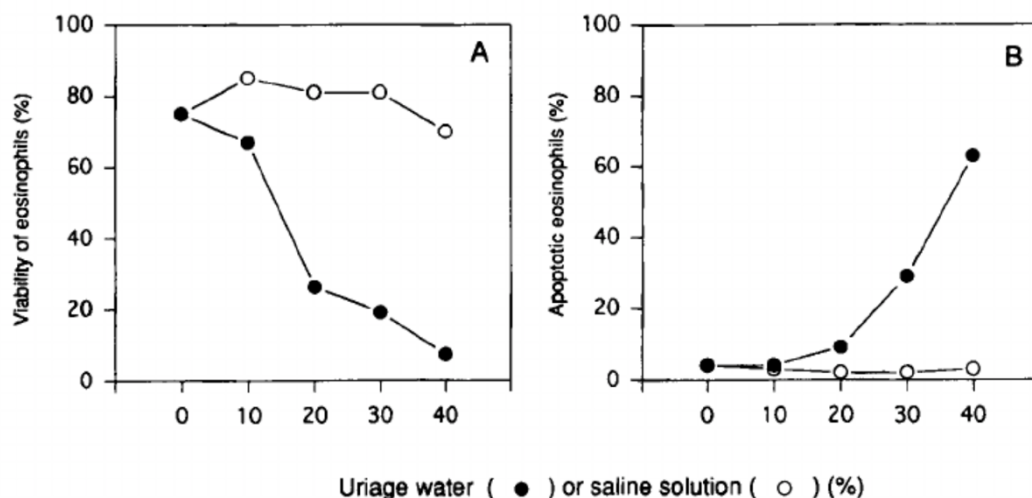


Figure 20 : Comparaison de l'effet de l'eau d'Uriage ou du sérum physiologique sur la survie ou l'apoptose des éosinophiles après 48h (Beauvais *et al.*)

Cette expérience a révélé un taux d'apoptose grandement augmenté en présence d'eau d'Uriage ($60 \pm 8\%$). En parallèle, les auteurs ont réalisé la même expérience en utilisant de la dexaméthasone. Ce corticoïde va inhiber l'inflammation et va donc avoir un fort effet inducteur d'apoptose sur les éosinophiles, il sert donc de témoin positif. Le taux d'apoptose relevé au bout de 48h est de $74 \pm 23\%$. Si l'on tient compte du delta particulièrement élevé, on peut conclure que l'eau d'Uriage possède un effet similaire à celui des corticoïdes dans la déplétion de la population d'éosinophiles.

A l'époque, certaines pistes avaient été avancées quant à l'implication du Ca^{2+} dans l'effet de l'eau d'Uriage, Beauvais *et al.* ont donc voulu vérifier cette hypothèse. Selon le même protocole que précédemment, ils ont exposé les éosinophiles à de l'eau d'Uriage ainsi qu'à une solution saline enrichie en calcium à la même concentration que l'eau d'Uriage (10 mM).

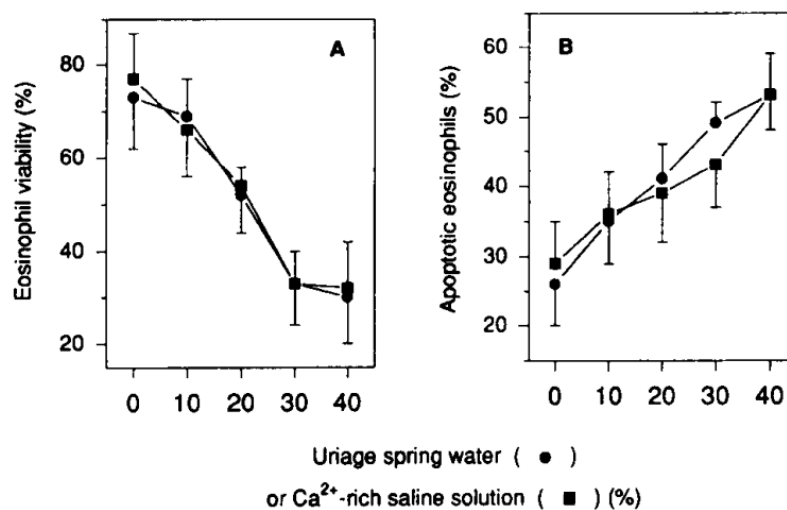


Figure 21 : Comparaison de l'effet de l'eau d'Uriage ou de sérum physiologique enrichi en Ca^{2+} sur la survie ou l'apoptose des éosinophiles après 48h (Beauvais *et al.*)

On constate que dans les deux situations, les résultats sont similaires. On peut donc conclure que le calcium est bien responsable de l'effet inducteur d'apoptose de l'eau d'Uriage. Ce constat est renforcé par la dernière expérience réalisée par Beauvais *et al.* qui met en évidence la disparition de cet effet en présence d'un chélateur ionique (EGTA) qui capture les ions Ca^{2+} .

Pour finir, les caractéristiques de l'eau de Jonzac suggèrent que ces résultats lui seraient transposables. En effet, celle-ci possède une concentration en ions Ca^{2+} relativement élevée (414 mg/l), de l'ordre de l'eau d'Uriage (600 mg/l). A titre de comparaison, les teneurs en Ca^{2+} des eaux de la Roche-Posay (149 mg/l) et d'Avène (~50 mg/l) ne sont pas du même ordre de grandeur.

d) Action cicatrisante

La dernière action abordée est relative au pouvoir cicatrisant de l'eau thermale. En 1995, Soupre *et al.* décident d'observer l'impact de l'application d'eau de la Roche-Posay sur des cicatrices post-chirurgicales chez des enfants. Il ressort de cette étude que l'utilisation d'eau thermale par brumisation sur des cicatrices permet de diminuer l'aspect inflammatoire et le potentiel prurigineux de celles-ci. En outre, elle prévient l'apparition de croûtes et facilite l'élimination de celles déjà formées. On constatera par ailleurs que l'utilisation d'un brumisateur d'eau thermale permet un nettoyage non traumatique de la cicatrice (70).

Ultérieurement, en 2011, une équipe de chercheurs italiens a voulu quantifier cet effet pro-cicatrisant et mettre en évidence les mécanismes impliqués dans celui-ci. Pour cela, ils ont sélectionné 16 animaux (lapins blancs) auxquels ils ont prélevé un échantillon de peau, créant ainsi une lésion entraînant un processus de cicatrisation. Le but était d'observer le taux de régénération cutané de ces sites donneurs de peau en les traitant avec un tulle gras paraffiné seul (zone A) ou associé à une compresse imprégnée soit de sérum physiologique (B), soit d'eau thermale (C).

L'usage d'un milieu humide dans le traitement des plaies étant reconnu pour promouvoir la cicatrisation, la comparaison des résultats entre une compresse de sérum physiologique et une compresse d'eau thermale permet d'éliminer le biais dû à ce facteur.

L'expérience a lieu sur 5 jours, du Jour 0 au Jour 4. Au Jour 3, une biopsie a été réalisée sur les 3 sites (A, B, C) de 8 lapins qui furent sacrifiés. La même procédure a été appliquée aux 8 lapins restants le lendemain (Jour 4). Les prélèvements ainsi réalisés ont subi une analyse histologique classifiant la régénération des couches épithéliales et l'infiltrat inflammatoire sur une échelle de 0 à 3 (71).

Tableau 6 : Échelles semi-quantitatives de la régénération épithéliale (Échelle 1) et de la quantité d'infiltrat inflammatoire (Échelle 2)

	Score	Description
Échelle 1	0	Aucune cellule épithéliale
	1	Signes précoces de ré-épithélialisation
	2	Une couche d'épithélium régénérée
	3	Plusieurs couches d'épithélium régénérées
Échelle 2	0	Pas d'infiltrat inflammatoire
	1	Quelques globules blancs
	2	Infiltrat inflammatoire modéré
	3	Infiltrat inflammatoire fort

Les résultats macroscopiques observés sur un lapin au Jour 4 sont les suivants :



Figure 22 : Photos des sites donneurs de peau d'un lapin au Jour 4. Site A : tulle gras ; B : sérum physiologique ; C : eau thermale (71)

On constate que, sur la zone A, un exsudat fibrineux est observable sur plus de la moitié de la blessure. Le même constat se fait sur la zone B mais en moindre mesure. Pour finir, la zone C (eau thermale) paraît complètement guérie, rosée et ne présente aucun exsudat.

La même expérience réalisée sur 6 jours donne les résultats suivants d'après l'échelle définie précédemment :

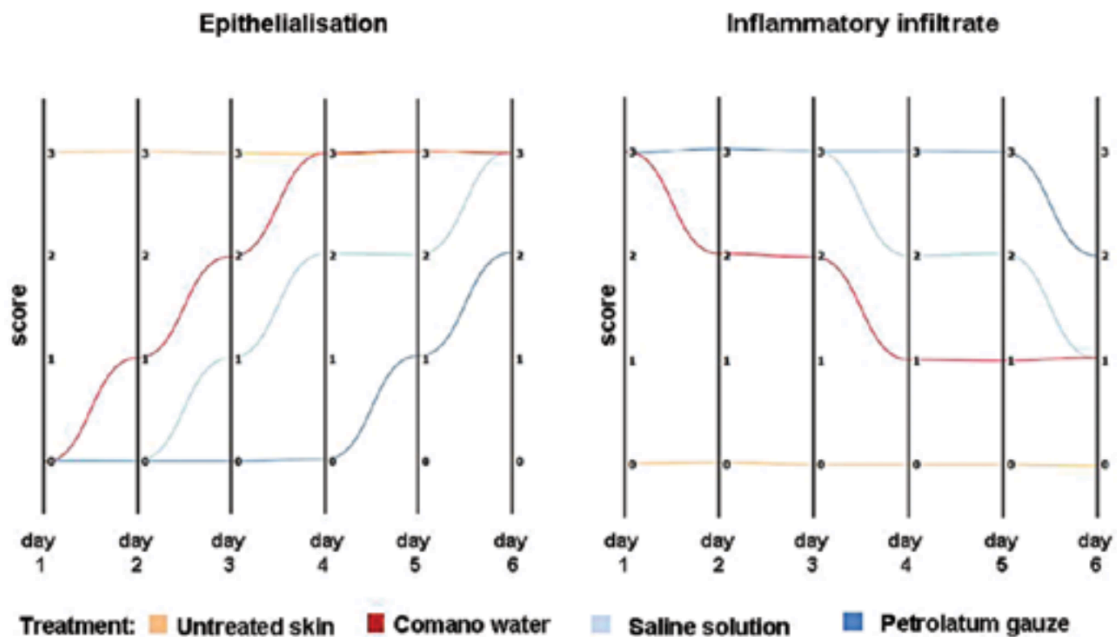


Figure 23 : Variation des scores d'épithélialisation (gauche) et d'infiltrat inflammatoire (droite) en fonction du temps (71)

Les examens histologiques au microscope montrent que la compresse d'eau thermale permet de déclencher la phase de ré-épithélialisation (score 1) un jour plus tôt que lors de l'application de sérum physiologique et 3 jours plus tôt que le tulle gras. La guérison (score 3) est quant à elle atteinte 48h avant comparativement au sérum physiologique. Il est à noter que le même jour, le traitement avec le tulle gras n'a toujours pas déclenché de ré-épithélialisation (stade 0 au Jour 4).

Un constat similaire est faisable en ce qui concerne l'infiltrat inflammatoire.

Une analyse plus précise des échantillons au microscope électronique en transmission démontre également que l'eau thermale utilisée permet une meilleure régénération des fibres de collagène à un état ressemblant à celui avant la blessure, là où le sérum physiologique entraîne une production de fibres de collagène épaisses et désorganisées.

Un autre facteur de bonne cicatrisation est la présence d'élastine, secrétée par les fibroblastes, qui permet de redonner à la peau son élasticité. De manière générale, dans le processus cicatriciel, la quantité d'élastine régénérée est moindre que son niveau initial. On observe lors de cette expérience une hausse significative de la production d'élastine en présence d'eau thermale, ce qui permet à la cicatrice de retrouver un aspect plus proche de la peau saine.

En conclusion, la mise en contact d'une cicatrice avec de l'eau thermale s'est avérée promouvoir la régénération des kératinocytes, raccourcir la phase inflammatoire et stimuler la synthèse d'élastine et de collagène par les fibroblastes.

L'eau thermale utilisée dans cette étude est celle de Comano (Italie) qui est une eau bicarbonatée mixte (magnésienne et calcique) riche en fluor et oligoéléments. Les résultats obtenus seraient dus au milieu humide ainsi créé, combiné aux caractéristiques anti-inflammatoires démontrées de cette eau thermale par son inhibition des cytokines IL-6 et TNF α notamment (72).

L'eau thermale de Jonzac possédant des propriétés anti-inflammatoires similaires et des caractéristiques physico-chimiques communes à l'eau de Comano, on peut donc attendre d'elle le même effet pro-cicatrisant.

C'est ce constat qui a incité le laboratoire Léa Nature à commercialiser le soin +Cica qui est le premier soin réparateur certifié bio à base d'eau thermale.



Ce soin présente un complexe breveté : Cicathermale® qui associe :

- Eau thermale de Jonzac à 30 %
- Herbe du Tigre (*Centella asiatica*) : utilisée séculairement en médecine ayurvédique pour ses propriétés réparatrices, reconnues pour stimuler la production de collagène et d'élastine

En outre, ce produit contient des céramides biomimétiques restructurant la barrière cutanée ainsi que du Zinc PCA purifiant.

Afin d'assurer une bonne tolérance cutanée, ce soin est bio (99% d'ingrédients d'origine naturelle), sans parfum, sans alcool et sans silicone.

Figure 24 : Soins +Cica Eau Thermale Jonzac®

+ Cica a fait l'objet de tests cliniques afin de démontrer son efficacité : (73)

- Démangeaisons : -89 %⁽¹⁾
- Épaisseur de la cicatrice : -59 %⁽¹⁾
- Coloration de la cicatrice : -69 %⁽¹⁾
- Réparation de la peau lésée : 90 %⁽²⁾
- Amélioration de l'aspect (lissage et régularité) : 94 %⁽²⁾

(1) : % d'amélioration – scorage par le clinicien – test clinique sur 31 volontaires de 25 à 80 ans – application biquotidienne pendant 29 jours.

(2) : % de satisfaction – test clinique sur 31 volontaires de 25 à 80 ans – application biquotidienne pendant 29 jours.

Un autre brevet d'importance majeure, déposé par le laboratoire Léa Nature, qui s'intéresse particulièrement à l'utilisation d'une eau thermale est le brevet F.P.D. Utilisé dans la majeure partie des soins Eau Thermale Jonzac®, il consiste en l'encapsulation de l'eau thermale dans un gel phospholipidique lamellaire créant un film à la surface de la peau. Ce film potentialisera le passage transcutané de l'eau thermale par biomimétisme tout en préservant son intégrité et en assurant une diffusion tissulaire continue par un effet de réservoir (73).

La peau présente aussi un autre challenge, autre que le passage transcutané. Il s'agit de la bonne tolérance des cellules suite à une exposition à un agent extérieur. Selon le principe osmotique, si le milieu hors de la cellule est hypotonique, alors l'eau va entrer dans la cellule et la faire gonfler, voire éclater, pour corriger la différence de concentration. Dans le cas d'un milieu hypertonique, le flux d'eau est inversé et la taille cellulaire diminue.

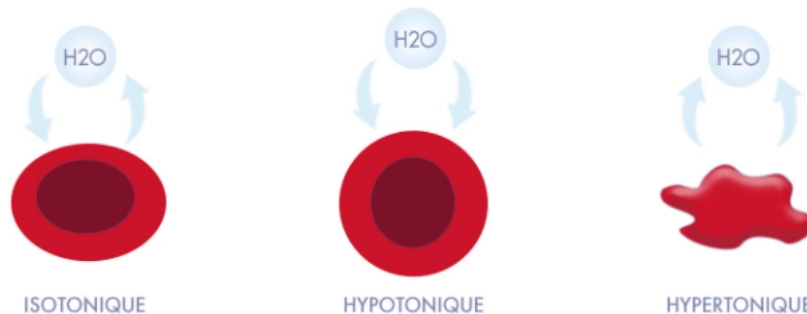


Figure 25 : Principe d'osmose cellulaire (Léa Nature)

Afin d'éviter tout stress cellulaire, l'isotonicité des produits est recherchée. L'eau thermale de Jonzac étant isotonique, l'équilibre osmotique est respecté et les cellules de la peau sont ainsi préservées.

Au vu des diverses études menées précédemment, l'eau de Jonzac semble donc légitime dans son utilisation en dermo-cosmétique au travers des divers mécanismes cités ci-dessus.

Les actions anti-inflammatoires, anti-oxydantes, immunomodulatrices et cicatrisantes de l'eau thermale lui permettront d'être utilisée dans diverses indications allant des atteintes cutanées comme l'eczéma, le psoriasis, la rosacée ou l'acné à des utilisations plus générales comme l'apaisement des peaux hyper-réactives, leur hydratation ou un effet anti-âge.

Une utilisation qui pourrait paraître atypique est celle du retard des effets de l'âge. Elle se justifie cependant par les mécanismes qui régissent celui-ci : le vieillissement cellulaire est caractérisé par une augmentation de l'apoptose des cellules et du stress oxydatif. Or, l'eau thermale présentant un effet préventif dans ces deux cas de figures, elle présente un intérêt à être incorporée dans la formulation de ce type de gamme.

L'ensemble des soins présente aussi une caractéristique de protection contre l'impact nocif des rayonnements UV comme démontré précédemment, en protégeant les fibroblastes du stress oxydatif induit par les UV. C'est ce qui explique la naissance de gammes solaires comme chez Avène ou la Roche-Posay. Cependant, Léa Nature n'a pour l'instant pas développé de gamme de ce type. Cela pourrait s'expliquer par un coût de développement élevé car ces produits se trouvent à la frontière entre le cosmétique, le dispositif médical et le médicament, et doivent donc faire preuve d'une efficacité prouvée au risque d'un effet néfaste sur la santé de l'utilisateur.

4. Engagement écologique

Historiquement, le laboratoire Léa Nature a toujours eu à cœur d'éviter l'utilisation de substances controversées au sein de ses produits, tout en préservant la planète. Par conséquent, les produits Léa Nature, dont font partie Eau Thermale Jonzac[®], sont détenteurs de différentes certifications ou labels faisant preuve de leur engagement écologique.

La première certification notable est celle du cosmétique Bio[®]. Cette charte Cosmebio[®] présente un cahier des charges imposant l'utilisation d'au moins :

- 95 % d'ingrédients d'origine naturelle dans le produit
- 95 % d'ingrédients bio sur les ingrédients végétaux
- 10 % d'ingrédients bio sur le total du produit

Dans ce sens, l'ensemble des produits Eau Thermale Jonzac[®] présente un haut degré de naturalité. L'eau thermale de Jonzac représente à elle seule l'ingrédient principal de la majorité des soins, elle représente de 15% (Gelée Fraicheur Réhydrate[®]) à 100% (brumisateurs d'eau thermale Jonzac[®]) des composants.

On notera que cette naturalité est à la fois bénéfique pour la planète mais aussi pour l'utilisateur car nombre de pesticides, ou substances synthétiques, sont irritantes ou nocives pour la peau.

En outre, la label Cosmebio® impose des normes quant à l'origine des matières premières ainsi que sur la fabrication du produit fini (emballage notamment). Dans ce domaine, Léa Nature privilégie autant que possible des ingrédients d'origine France dans le but de diminuer la pollution carbone et dynamiser l'économie locale. De même, les emballages sont éco-conçus à base de PET recyclé ou de PE végétal issu de canne à sucre afin de limiter l'impact environnemental.



Figure 26 : Exemples de labels apposés sur les produits Eau Thermale Jonzac®

Un autre logo figurant sur les produits Léa Nature® est le label Vegan® qui garantit qu'aucun ingrédient d'origine animale n'entre dans la formulation des produits.

Depuis 2015, Léa Nature va plus loin en ne fabriquant plus aucun produit en Chine. Il faut savoir que la commercialisation dans des magasins physiques chinois entraîne obligatoirement une procédure d'enregistrement par les autorités chinoises. Or, ces procédures sont souvent assujetties à des tests sur des animaux.

Ainsi, en relocalisant complètement la production en France (à Périgny pour Eau Thermale Jonzac®), la marque est désormais « cruelty-free » en n'effectuant plus aucun test animal mais diminue également son impact carbone (l'usine n'étant qu'à une centaine de kilomètres de Jonzac, lieu de prélèvement de l'eau thermale).

Pour finir, l'entreprise est membre du collectif « 1% for the Planet » auquel elle verse, chaque année, 1% de son chiffre d'affaires. L'argent ainsi récolté est reversé à diverses associations environnementales engagées dans la préservation de la biodiversité et la sauvegarde d'espèces en danger.

E. Conclusion

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définit la santé comme « *un état de complet bien-être physique, mental et social, [qui] ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité* ». Dans ce sens, la santé est donc indissociable du bien-être.

La médecine thermale, et la crénothérapie au sens large, s'inscrivent donc parfaitement dans la logique de santé et de bien-être.

De santé d'une part, car, comme nous l'avons vu, elle permet de répondre à divers besoins thérapeutiques immédiats tout en s'assortissant d'actions de prévention à la fois primaires et tertiaires.

De bien-être d'autre part, car le thermalisme recourt à des thérapeutiques innovantes et à la médecine holistique pour traiter le patient en entier tout en présentant l'avantage de marquer une rupture avec le quotidien. Cette césure avec la vie stressante de tous les jours permet au patient de se ressourcer et de repartir avec un état psychologique amélioré lui permettant de faire face aux futurs aléas liés à sa maladie. Outre l'effet psychologique, l'eau minérale naturelle a démontré des effets sur les systèmes de recapture de la sérotonine (5-HT) aboutissant à une hausse du taux de ce médiateur chez les patients. Son action sur les centres supérieurs entraîne une amélioration de l'humeur et une baisse de l'anxiété qui n'est pas sans rappeler le mécanisme d'action de certains antidépresseurs comme la paroxétine (74).

L'enquête de satisfaction 2019, décrétée par la Convention Nationale Thermale 2018-2022, a mis en lumière un niveau de satisfaction général très élevé (96,4%) de la part des curistes notamment en ce qui concerne la qualité des soins et des équipements existants.

Ils constatent également une amélioration générale de leur santé et de leur qualité de vie (~70% des cas) et une baisse de la consommation de médicaments (~ 44% des répondants).

Le seul point noir repose sur le non-respect de l'obligation des 3 visites médicales / cure, en effet 37% des sondés déclarent n'avoir vu leur médecin thermal que deux fois et 8 % une seule fois seulement. (75) Ce point nécessitera donc une amélioration car, comme vu précédemment, le médecin thermal est le garant d'un déroulement sécuritaire de la cure pour le patient.

Malgré un usage dans le domaine dermatologique qui a longtemps reposé sur l'empirisme, il est aujourd'hui supporté par de nombreuses études qui étayent ses allégations thérapeutiques. Au vu des difficultés pour la population générale de se libérer pour réaliser une cure dermatologique classique, l'idée d'un thermalisme « à domicile » a germé et c'est ainsi qu'est née la dermo-cosmétique. Les gammes à base d'eau thermale sont aujourd'hui très répandues et doivent leur notoriété à leur indication en première ligne de traitement dans les maladies comme la dermatite atopique.

De nos jours en officine, les émoullients cutanés à base d'eau thermale figurent sur la quasi-totalité des prescriptions dermatologiques émanant aussi bien des généralistes que des spécialistes. Cette tendance à se tourner vers la dermo-cosmétique a tout d'abord été amorcée par le déremboursement du Dexeryl®. Cet émoullient à base de corps gras uniquement, très utilisé de par son remboursement, présentait une efficacité qui restait discutable. Les prescripteurs se sont alors intéressés aux alternatives et ont observé des effets comparables voire supérieurs pour les gammes dermo-cosmétiques, ce qui explique leur utilisation très généralisée à ce jour.

IV. « Source » de loisirs

A. Les Antilles de Jonzac

1. Présentation

Constatant une augmentation croissante de la fréquentation des thermes, la ville de Jonzac décida de poursuivre son expansion en déclinant cette fois l'eau dans un usage plus ludique que thérapeutique. C'est ainsi que dans les années 1990, la Communauté de communes de la Haute-Saintonge amorça la création d'un centre aquatique qui prendra le nom « Les Antilles de Jonzac ».

Ce chantier pharaonique, ayant coûté pas moins de 20 millions d'euros, aura été achevé dans un délai record de 17 mois. C'est aux architectes hollandais Roelof et Nannie Hendricks que revient le crédit de l'atypique toit en toile tendue d'inspiration romaine, appelée « *velum* ». Ce toit partiellement découvrable présentant un challenge technique aura nécessité l'intervention d'une profession rare que sont les couturiers alpinistes (76).



Figure 27 : Les Antilles de Jonzac et son velum de 10 000 m² (Ville de Jonzac)

Depuis son inauguration en juillet 2002, l'afflux de baigneurs ne cesse d'augmenter avec une croissance annuelle de fréquentation d'environ 10 %, pour atteindre les 1500 personnes par jour en 2019.

Sa superficie de 11 500 m² et sa popularité en font un des plus grands centres aqua-ludiques d'Europe.

Au niveau législatif, les centres aquatiques et les piscines tombent dans le domaine des eaux dites « de loisirs ». Elles sont définies dans le CSP Article D 1332-1 (19) :

« Une piscine est un établissement ou une partie d'établissement qui comporte un ou plusieurs bassins artificiels utilisés pour les activités de bain ou de natation. Les piscines thermales et les piscines des établissements de santé autorisés à dispenser des soins de suite et de réadaptation, d'usage exclusivement médical, ne sont pas soumises aux dispositions de la présente section. »

Par ailleurs, les piscines se distinguent en fonction de leur usage, qui peut être personnel ou collectif, et qui conditionne des exigences sanitaires plus ou moins strictes. En ce sens, l'Arrêté du 26 mai 2021 relatif au contrôle sanitaire et à la surveillance des eaux de piscine pris en application des articles D.1332-1 et D.1332-10 du CSP définit dans son Article 1 que « *La notion d'usage collectif, mentionné à l'article D. 1332-1 du code de la santé publique s'applique aux piscines publiques et privées, ouvertes à tous ou à un groupe défini de personnes et qui ne sont pas destinées à être utilisées dans un cadre familial, par le propriétaire ou locataire, sa famille et les personnes qu'il invite, et dont l'eau du bassin n'est pas vidangée entre chaque baigneur.* »

En ce sens, les Antilles de Jonzac tombent dans le domaine des piscines à usage collectif car elles possèdent divers bassins artificiels répartis en 2 zones distinctes : un espace « Lagon » plutôt ludique et familial avec ses plages artificielles et son toboggan et un espace « Remise en forme » plutôt axé sur la détente avec sauna, hammam, bain romain et couloir de nage à contre-courant.

Le complexe possède également une serre tropicale de 1500 m², abritant une centaine d'espèces végétales différentes (hibiscus, bananiers, orchidées etc...), rendue possible par l'exploitation de la géothermie précédemment abordée qui permet de maintenir une atmosphère chaude toute l'année, propice à la croissance d'espèces tropicales.

A l'instar du chauffage de l'air, la géothermie est aussi utilisée pour le chauffage de l'eau des multiples bassins des Antilles. En effet, les bassins sont alimentés par l'eau du Turonien qui est extraite à une température de 15°C, elle devra donc être réchauffée par l'eau du Trias (60°C) via des pompes à chaleur.

Les Antilles de Jonzac dépendent donc des deux nappes principales utilisées à Jonzac, à savoir, la nappe du Trias pour la géothermie et la nappe du Turonien pour le remplissage des bassins.

Tableau 7 : Utilisation des forages industriels en volume utile et pompages (SEGI)

Nom du forage	Utilisation	% du volume utile	Capacité de pompage
Champeau	Arrosage des espaces verts	1 %	30 m ³ /h
Heurtebise	Alimentation en eau de la base de loisirs	11 %	30 m ³ /h
Thomazeau	Eaux de baignade, arrosage, bassin d'agrément avec jet d'eau, complément pour les piscines « des Antilles »	12 %	80 m ³ /h
Roquet Bas	Arrosage et alimentation des bassins du complexe aquatique « Les Antilles »	23 %	60 m ³ /h
Roquet Haut	Arrosage et alimentation des bassins du complexe aquatique « Les Antilles »	50 %	80 m ³ /h

Les besoins en eau d'un tel complexe sont gargantuesques (77) :

- Remplissage des bassins biannuel : 2 x 3200 m³
- Entretien des bassins : 160 m³/j
- Arrosage des espaces verts : 36 000 m³/an
- Eaux de baignades pour la base de loisirs etc...

→ Volume annuel estimé : 100 000 m³/an

Le prélèvement d'un volume aussi important posera donc le problème de la gestion des rejets que nous aborderons plus tard.

Par ailleurs, le CSP dans l'Article D 1332-4 stipule que « *L'alimentation en eau des bassins doit être assurée à partir d'un réseau de distribution publique. Toute utilisation d'eau d'une autre origine doit faire l'objet d'une autorisation prise par arrêté préfectoral sur proposition du directeur général de l'agence régionale de santé après avis du conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques.* ».

C'est donc le cas de la ville de Jonzac qui n'utilise pas un réseau de distribution publique mais des forages du Turonien à usage industriel. C'est l'arrêté préfectoral N°20EB-684 du 3 novembre 2020 qui octroie cette autorisation au complexe des Antilles (14).

Il stipule le volume de prélèvement autorisé, de même que le débit et la fréquence des rejets. Il atteste par ailleurs de l'absence d'incidence environnementale d'un tel prélèvement, d'un point de vue prévisionnel.

2. Obligations sanitaires et contrôles

D'après l'Article D1332-12 du CSP, la fréquence de contrôle des piscines est fixée par arrêté préfectoral et ne doit pas être inférieure à une fois par mois. Le prélèvement d'échantillons est effectué à la demande de l'ARS et analysé par un laboratoire agréé par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES).

Ces analyses devront être effectuées pour chaque point d'usage. Ainsi pour les Antilles de Jonzac, les dix bassins et pédiluves du complexe devront chacun faire l'objet d'une analyse mensuelle.

Les résultats devront être transmis à l'ARS et affichés au public dans les locaux.

Les normes sanitaires fixées par l'Article D1332-2 du CSP sont les suivantes :

Paramètres physico-chimiques	
Transparence	Claire (visibilité des lignes de nage)
Substances organiques (ox. KMnO ₄)	< eau réseau + 4 mg/l O ₂
pH	6,9 à 8,2
Paramètres bactériologiques	
Revivifiables à 36°C	≤ 100 UFC / ml
Coliformes totaux	≤ 10 UFC / 100 ml
Coliformes fécaux (E.coli)	0 UFC / 100 ml
Germes pathogènes (dont Staphylocoques)	0 UFC / 100 ml pour 90 % des échantillons

Ces normes sont assorties de recommandations sanitaires :

Paramètres physico-chimiques et bactériologiques	
Chlorures	Eau réseau + 200 mg/l
Chlore disponible	Entre 2 et 5 mg/l
Acide Isocyanurique	Entre 25 et 75 mg/l
Trihalométhanes	< 100 µg/l
Pseudomonas (si spas)	0 UFC / 100 ml

En sus de ces contrôles sanitaires indépendants par l'ARS, l'exploitant est également tenu de réaliser une autosurveillance, au moins deux fois par jour, et devra constater pour chaque bassin :

- Transparence de l'eau
- Température
- pH
- Teneur en désinfectant

Il devra s'assurer en outre du renouvellement effectif de l'eau en relevant les compteurs de circulation et d'apport en eau neuve. De même, il sera garant de l'entretien journalier des locaux.

Cependant, l'Arrêté du 26 mai 2021 relatif au contrôle sanitaire et à la surveillance des eaux de piscine pris en application des articles D.1332-1 et D.1332-10 du CSP, qui entrera en vigueur au 1^{er} janvier 2022, va redéfinir l'intégralité des contrôles obligatoires pour les piscines en les classant en fonction de leur Fréquentation Maximale Théorique (FMT) :

- Type A : FMT strictement supérieure à 100 personnes
- Type B : FMT strictement supérieure à 15 personnes et inférieure ou égale à 100 personnes
- Type C : FMT inférieure ou égale à 15 personnes

D'après cet arrêté, les Antilles de Jonzac seront donc classées comme piscines de type A et dépendront par conséquent du régime de contrôle le plus strict. Ce nouveau protocole de contrôle sanitaire portera la fréquence de contrôle par bassin à deux fois par trimestre pour la totalité des paramètres cités précédemment, tout en ajoutant la recherche de *Legionella pneumophila* une fois par an pour les baignades à remous.

En outre, cet arrêté instaure des analyses obligatoires de l'eau prélevée dans le milieu naturel (avant tout traitement) lorsque celle-ci est utilisée pour l'alimentation des bassins, ce qui est le cas à Jonzac.

Cette analyse devra être réalisée une fois tous les 5 ans et portera sur les paramètres suivants :

Entérocoques intestinaux	Escherichia coli	Ammonium (NH ₄ ⁺)	Carbone organique total (COT)
Cyanure (CN ⁻)	Hydrocarbures : Aromatiques polycycliques Dissous ou émulsionnés	Nitrates (NO ₃ ⁻)	Tétrachloroéthylène Trichloroéthylène

Afin de garantir la sécurité des baigneurs, l'eau des bassins sera traitée afin de respecter les normes sanitaires. Dans un usage en tant qu'eaux de loisirs, le traitement de celle-ci par des procédés physicochimiques est autorisé et encadré par l'ANSES. Il a pour but :

- De maintenir le caractère limpide de l'eau
- D'éliminer les impuretés et particules
- De détruire les microorganismes présents initialement et ceux rapportés par les baigneurs : pour cela, l'eau doit être désinfectée et désinfectante
- De limiter la composante irritante de l'eau
- De prévenir le développement d'algues sur les parois des bassins et dans l'eau
- De réguler la température de l'eau

D'un point de vue chimique, aux Antilles de Jonzac, l'eau de la nappe du Turonien fait l'objet d'une chloration au chlore gazeux ainsi que d'un ajustement de pH (via un adoucisseur par échangeur d'ion / NaCl) pour pouvoir être utilisée en piscine.

Le traitement au chlore gazeux est une des méthodes de désinfection autorisées par l'Article 5 de l'Arrêté du 7 avril 1981, relatif aux dispositions techniques applicables aux piscines. Il possède l'avantage d'être très efficace avec 100 % de chlore disponible mais il est très sensible à la dégradation par les UV et nécessite l'emploi de stabilisant. Il faut être très prudent lors de sa manipulation car il s'agit d'un gaz toxique et suffocant.

En ce qui concerne les actions physiques, outre la filtration, l'eau du Turonien arrivant à 14°C est chauffée via des échangeurs thermiques par l'eau du Trias (60°C) pour ressortir dans les bassins à une température de 35°C pour les bains romains et 26-27°C pour les autres.

Le dépassement des normes sanitaires le plus fréquemment observé est celui du taux de chloramines. Celles-ci sont formées lorsque que le chlore des bassins se retrouve en contact avec des matières organoazotées amenées par les baigneurs.

C'est la trichloramine très volatile, formée par cette réaction, qui est responsable de l'odeur caractéristique des piscines et des halls. Cependant, à forte dose ou en cas d'exposition chronique, il s'agit d'un gaz irritant pour les muqueuses oculaires, cutanées et respiratoires.

Par ailleurs, hormis la nocivité du produit de dégradation, cela provoque une baisse du pouvoir désinfectant des bassins en consommant un des substrats : le chlore, créant ainsi un risque bactériologique.

C'est donc en surveillant régulièrement la teneur en matières organiques et en chlore des bassins, que l'on s'assure de limiter la formation de cette substance nocive.

Il y a différents moyens de juguler la contamination en matières organiques issue des baigneurs :

La première est d'insister sur les règles d'hygiène en promouvant l'aspect essentiel d'une douche savonnée avant d'entrer dans les bassins.

La seconde est de s'assurer de la bonne capacité de filtration des « skimmers », qui filtrent les matières organiques sur la couche de surface de l'eau.

Par ailleurs, la réglementation oblige les structures à renouveler l'eau en continu afin d'éliminer les impuretés. Ainsi l'apport en eau neuve doit être supérieur à 30 litres / jour / baigneur.

Pour finir, afin de maintenir une bonne qualité de baignade et d'entretenir les équipements, les bassins devront être vidangés au moins deux fois par an.

Le devenir de cette eau chlorée est cependant un problème au niveau environnemental car il est impossible d'évacuer régulièrement une telle eau directement dans un milieu naturel sans en endommager irréversiblement l'écosystème.

En outre, l'impact des eaux usées des Antilles n'est pas le seul sujet de préoccupation, il faudra également gérer les eaux usées, tout aussi nocives, des autres usages jonzicais que sont la géothermie et le thermalisme. C'est ce qui nous amène maintenant à l'identification et à la gestion du risque environnemental lié à l'exploitation de l'eau à Jonzac.

B. Impact sur l'environnement

De façon générale, le Code de l'Environnement demande aux exploitants géothermiques de s'assurer de l'absence d'impact écologique de leur activité.

Cependant, du fait du classement de la zone du Val de Seugne en zone de protection Natura-2000, il est d'autant plus impératif de s'assurer de l'innocuité des rejets liés aux différentes usages de l'eau sur les écosystèmes environnants.

1. Identification des risques

a) Les rejets

C'est la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 modifiée par la loi Barnier (1995) ainsi que les recommandations faites par la circulaire du 11 septembre 2003 qui encadrent ces rejets. Ils ne peuvent avoir lieu qu'après autorisation de la police de l'eau.

Tableau 8 : Conditions de rejets des eaux à Jonzac (14)

Nom du rejet	Localisation du rejet	Nappe rejetée	Débit maximal de rejet	Traitement avant rejet
Rejet réseau géothermique	Bief du moulin de Chez Bret	100 % Turonien	30 m ³ /h	Sans Traitement
Rejet des bassins d'Heurtebise et du bassin jet d'eau + vidange	Bief du moulin de Chez Bret	100 % Turonien	190 m ³ /h	
Rejet des Thermes	Lagune puis Seugne	100 % Trias	25 m ³ /h	Avec Traitement
Rejet du complexe des Antilles	Lagune, fossé puis Seugne	85 % Trias	25 m ³ /h	
		15 % Turonien	5 m ³ /h	
Débit total des rejets			250 m³/h	

Soit un rejet annuel de 651 400 m³.

La répartition géographique de ces rejets est illustrée en Annexe VII.

Le rejet de l'eau des Antilles et de l'eau des Thermes se fait à une température allant de 29 à 34°C. Ce dernier a comme conséquence une élévation de la température de la Seugne de 0,11°C lors du rejet quotidien et de 1,2°C lors de la vidange complète des différents bassins (12).

Actuellement, le plus fort impact sur la composition physico-chimique de la Seugne est dû au rejet des eaux géothermales de par leur température et leur forte teneur en fer, chlorures, sodium, sulfates et arsenic.

Cette incidence est d'autant plus importante en période d'étiage (moment de l'année où le débit de l'eau est au plus bas) car le débit devient insuffisant pour efficacement diluer les éléments polluants.

La concentration en chlorure est particulièrement problématique. L'impact était minime avant les années 2000 mais depuis 2002 (ouverture du complexe des Antilles) celui-ci est devenu inquiétant. En effet, en période d'étiage de la Seugne, les concentrations en amont du point de rejet sont de 34 mg/L et de 156 mg/L en aval. Ce facteur de 5 aura engendré le déclassement des eaux de « très bon état » à « mauvais état » (78).

Le constat de l'impact des rejets n'est cependant pas uniquement négatif. En effet, ces rejets, quand ils sont de bonne qualité (comme l'eau du Turonien non traitée de la boucle géothermique ou de la base de loisirs) participent à remonter les niveaux de la Seugne.

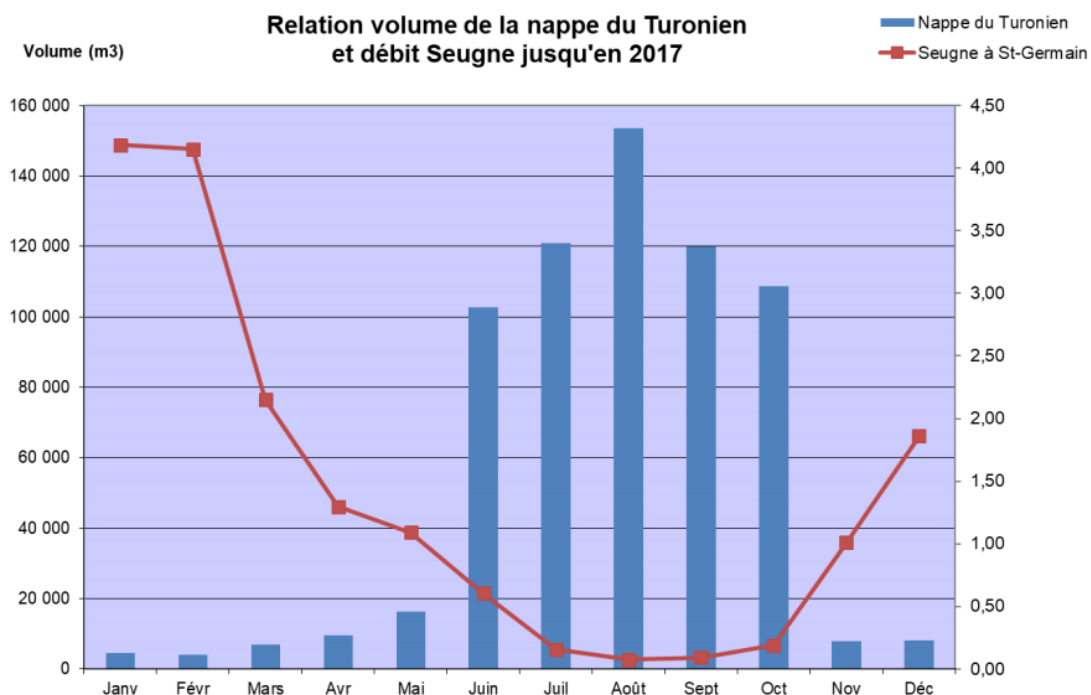


Figure 28 : Relation entre le volume moyen prélevé dans le Turonien et le débit de la Seugne jusqu'en 2017 (SEGI)

On constate donc que les prélèvements augmentent durant l'été, moment où la Seugne est à son plus bas. Depuis plusieurs années, possiblement suite au réchauffement climatique, le niveau de la Seugne, l'été, est de plus en plus bas, ainsi en réinjectant l'eau dans celle-ci, cela permet de compenser en partie sa perte de débit et ainsi de préserver une partie de l'écosystème.

b) Le niveau piézométrique de l'aquifère

Le réchauffement climatique représente également un risque pour l'exploitation des nappes aquifères. L'impact sur les nappes supérieures comme celles du Turonien est plus significatif car ces dernières ne reçoivent quasiment pas d'apport en été et, dans le même temps, représentent l'essentiel du débit des cours d'eau via les sources durant cette période.

Le réchauffement climatique ne fera qu'amplifier ce phénomène déjà observé de nos jours. Les projections prévoient cependant des hivers plus humides mais l'inertie du système hydrographique fera que cette eau sera rapidement drainée par les rivières et n'améliorera que peu le remplissage des nappes (15).

En ce qui concerne le risque intrinsèque à l'exploitation humaine, il a été estimé que depuis la réalisation du forage Lomega, la baisse du niveau piézométrique de la nappe du Trias est de l'ordre de 20 m et qu'il s'est stabilisé depuis 2013 au moins (6).

Concernant la nappe du Turonien, la question de l'impact de la création du complexe des Antilles pourrait se poser. Cependant, depuis sa création, les forages du Turonien ont tous été réaffectés pour un usage industriel (de l'ordre de 700.000 m³/an) alors qu'ils étaient utilisés auparavant pour l'alimentation en eau potable de la ville (pour le même ordre de volume). La tension sur la nappe du Turonien reste donc identique à ce qu'elle était auparavant car les nouveaux forages utilisés pour le réseau d'eau potable puisent dans la nappe plus profonde du Cénomaniens.

Il conviendra malgré tout de maîtriser les prélèvements dans l'aquifère du Turonien qui est le plus précaire. De nos jours, ils représentent environ 157 m³ par heure ce qui est significatif. A titre d'exemple, cela reviendrait à vider totalement 4 fois l'aquarium de La Rochelle tous les jours.

Tableau 9 : Volumes prélevés dans la nappe du Turonien par usage (79)

Usage	Saison	Volume moyen annuel (m ³)	Débit (m ³ /j)	Débit (m ³ /h)
Base de loisirs Heurtebise	6 mois (mai-octobre)	206 700	1138	66
Antilles	Toute l'année	81 000	222	9
Bassin du jet d'eau	Toute l'année	16 100	44	2
Boucle géothermique	Toute l'année	390 000	1068	80
Total		693 800	2472	157

2. Mesures correctrices implémentées

Les mesures de suivi suivantes sont mises en place par l'Arrêté préfectoral 20EB-684 (14) :

- Suivis quantitatifs sur les volumes et débits rejetés mensuellement à l'aide d'un enregistreur sur la conduite de rejet
- Analyse continue de la température et du chlore en amont et en aval de la lagune des Antilles et des thermes
- Analyse mensuelle de la qualité des eaux rejetées : température, pH, conductivité, turbidité, MES, chlorures, arsenic, sulfates, DBO5, DCO, indice Hydrocarbures, *E.coli* et entérocoques
- Suivi mensuel de la température et du chlorure sur 3 points de la Seugne
- Suivi mensuel de l'Indice Biologique Global adapté à la Directive Cadre sur l'Eau (IBG-DCE) sur 3 points de la Seugne

La qualité des eaux sera déterminée par des valeurs seuil issues du Service d'Évaluation de la Qualité de l'Eau (SEQ-Eau) mis en place par l'État :

Tableau 10 : Valeurs seuil du SEQ-eau (14)

	Chlorures	Sulfates	Arsenic
Très bon	50 mg/L	60 mg/L	1 µg/L
Bon	100 mg/L	120 mg/L	35 µg/L
Moyen	150 mg/L	190 mg/L	70 µg/L
Médiocre	200 mg/L	250 mg/L	100 µg/L

a) *Le Lagunage*

La création de lagunes tampons, aussi appelées « marais artificiels », permet d'apporter une réponse à une grande partie des problèmes que posent le rejet des eaux après utilisation. Une lagune consiste à faire transiter lentement par gravité des eaux rejetées dans divers bassins, afin de limiter l'eutrophisation par un procédé naturel d'épuration.

L'eutrophisation désigne un processus par lequel certains éléments nocifs s'accumulent dans un milieu et entraînent un effet néfaste sur celui-ci par disparition de certaines espèces endémiques (faune et flore).

Afin de protéger les milieux sous-jacents de toute contamination, le fond des bassins devra être rendu étanche grâce à une géomembrane synthétique ou à une couche d'argile compactée.

Le lagunage permet :

- L'abaissement de la température de l'eau par dissipation thermique : le but étant de l'abaisser à 15°C en moyenne sur l'année
- La préservation des milieux naturels vis à vis du phénomène d'autoépuration :
Les micro-organismes aérobies dégradent la matière organique en consommant de l'oxygène. L'oxygène dissous dans l'eau chute et entraîne l'asphyxie de la faune et de la flore aquatique qui en dépendent. Le lagunage permet de contenir ce phénomène au sein de la lagune afin de diminuer son impact lors des rejets.
- Une déchloration passive : l'oxygénation de l'eau permet d'évacuer le chlore dans l'air par dégazage de façon statique pour les lagunes et dynamique par le biais de petites cascades entre les différentes retenues d'eau
- La retenue d'eau : son fort pouvoir tampon permet de temporiser les rejets dans la Seugne

Il est déterminé par arrêté préfectoral que la lagune des thermes devra être vidangée systématiquement pendant l'entretien régulier entre décembre et avril (14).

De plus, celle-ci devra faire l'objet d'un curage complet tous les 3 ans et un relevé bathymétrique (capacité de stockage) de la lagune devra être effectué afin de garantir son efficacité.

Pour pallier à la baisse des débits de la Seugne vue précédemment, il pourrait paraître intéressant de vidanger les lagunes dans cette dernière en période estivale. Cependant, afin d'éviter toute dégradation de la Seugne par les chlorures, tout rejet depuis la lagune des Antilles ou des thermes est interdit durant la période d'étiage de celle-ci (juillet, août, septembre). Il ne s'agit donc pas d'une option viable pour le moment mais elle serait réalisable si la teneur en chlorures des lagunes pouvait être abaissée de façon drastique.

Par ailleurs, l'enquête publique de SOS Rivières & Environnement de 2020 a révélé que l'absence de curage de la lagune des Antilles depuis sa création a entraîné une baisse drastique de sa capacité de stockage à seulement 13 jours. Cela sous-entend que, durant les 18 autres jours du mois, les rejets s'écoulent dans la Seugne à un débit relevé à 4 l/s. Un tel rejet constant nécessiterait un débit de la Seugne de 100 l/s pour garantir son bon état, or, en période d'étiage, le débit médian de celle-ci s'abaisse à 70 l/s. Un curage et reprofilage de la lagune est donc requis urgemment pour augmenter la capacité de celle-ci (+ 40 %) et maintenir le bon état environnemental de la Seugne (23).

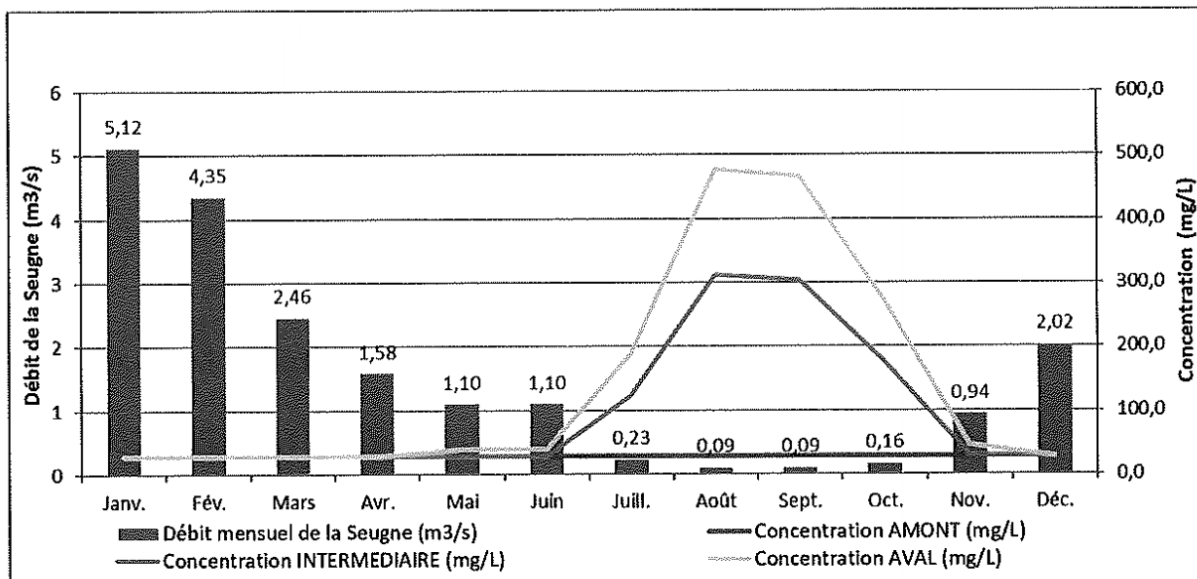


Figure 29 : État actuel de la concentration en chlorure dans la Seugne en fonction du débit moyen mensuel en 2020 (23)

C'est en outre pour cette raison, qu'une nouvelle zone de stockage des eaux est prévue pour Avril 2023 et pour s'adapter aux rejets plus importants engendrés par la mise en activité du forage Soenna 2.

Celle-ci aurait un volume de stockage prévisionnel 4 fois supérieur aux lagunes existantes (81 440 m³ contre 21 640 m³) et permettrait une meilleure oxygénation de l'eau.

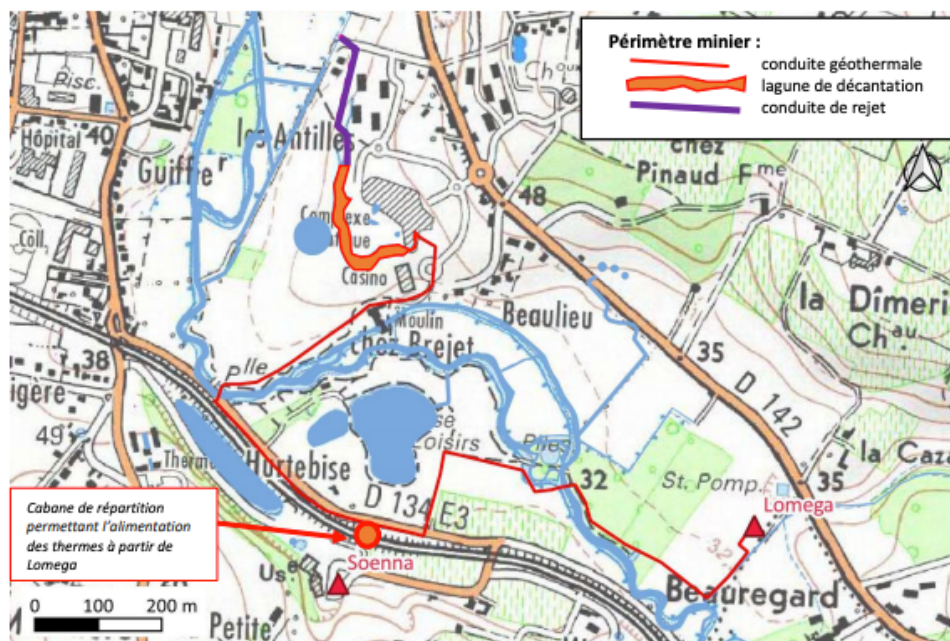


Figure 30 : Périmètre minier de Jonzac (AnteaGroup)

Par ailleurs, dans une logique de préservation des volumes de la lagune, une partie des eaux issues du complexe des Antilles est rejetée dans le réseau des eaux usées (52 %) afin d'être traitée par une station d'épuration (79).

Afin de réaliser ces objectifs, il a été décidé, à partir de 2022, que l'exploitation de la source Lomega serait suspendue durant les mois de Juillet, Aout et Septembre (période d'étiage de la Seugne). Ceci afin de ne pas saturer le volume de stockage des lagunes et ainsi limiter les rejets. Cela participera également, en moindre mesure, à la régénération de l'aquifère.

b) Le bassin de décantation

Comme nous l'avons vu précédemment, un autre problème est la haute teneur en fer de l'eau. A Jonzac, la source majeure de ce fer vient des eaux profondes du Trias.

Afin de pallier à cela, on précède à une opération de déferrisation par oxygénation naturelle grâce à un bassin de décantation.

Le principe de décantation est relativement simple, une cascade en amont oxygène l'eau et permet d'oxyder le fer qui précipitera et pourra ainsi décanter.

La surverse de ce bassin aboutit dans la lagune qui continuera l'action de décantation, de par sa longueur et sa profondeur, permettant aux particules de se déposer petit à petit dans le fond de celle-ci.

Sans traitement, le fer impacterait le milieu récepteur des eaux de rejet selon le même phénomène que celui décrit ci-dessus. Sauf qu'ici, l'oxygénation provoquant sa précipitation entrainerait une baisse de l'oxygène dissous nécessaire à la vie aquatique. Par ailleurs, une étude semblerait montrer une action directe du fer sur les branchies des poissons qui, en les endommageant, perturberait leur apport en oxygène et leur ionorégulation (Vuori, 1995) (80).

En ce qui concerne l'entretien, les boues chargées en fer sont ensuite évacuées par curage. Il en existe deux types :

- Le curage « à sec » : qui nécessite une vidange des eaux claires de la lagune. Une fois la lagune vidée, les boues du fond sont exposées à l'air libre et évacuées grâce à des engins de chantier.
- Le curage « en eau » : qui consiste en l'utilisation d'une barge qui se déplace sur la lagune en faisant remonter les boues grâce à une vis sans fin.

Cette dernière méthode est à privilégier ici car elle est certes plus couteuse mais présente de multiples avantages. Elle permet de curer les lagunes à bassin unique, comme celles de Jonzac, qui ne peuvent pas se permettre de rejeter le volume total de leurs eaux claires dans la nature (pollution) ou d'être condamnées le temps des travaux. Elle permet également d'éviter la détérioration du fond des lagunes, qu'il s'agisse de lits argileux ou de géomembranes.

Les boues ainsi extraites seront analysées pour déterminer leur filière de traitement. Si celles-ci présentent une bonne valeur agronomique (riches en oligoéléments et peu de métaux lourds), elles pourront faire l'objet d'un recyclage direct par épandage, après avis de la Police de l'Eau et de la chambre d'Agriculture.

c) Séparateur à hydrocarbures

Aussi appelé « déshuileur/débourbeur », il est mis en place à la sortie de vidange de la lagune pour récupérer les éventuels hydrocarbures.

Il serait cependant toujours en eau d'après le diagnostic de la société Verdi et donc inopérant (6).

Néanmoins, la source primaire d'hydrocarbures de la lagune étant issue de l'eau de ruissèlement des voiries et un projet de détournement de ces eaux étant en cours, le problème est en cours de régularisation.

d) Périmètres de protection

A l'instar du PSE et du périmètre accordé suite à une DIP pour les eaux minérales naturelles, les eaux destinées à la consommation humaine peuvent aussi faire l'objet d'une protection des captages si elles font l'objet d'une Déclaration d'Utilité Publique (DUP).

Il conviendra de ne pas confondre DIP et DUP qui concernent respectivement les eaux minérales naturelles et les eaux de consommation. Cependant, dans les deux cas, la procédure est instruite par l'ARS.

Le périmètre issu d'une DUP se décline en 3 parties selon l'article L. 1321-2 du CSP :

- Périmètre de protection immédiat : de quelques dizaines de mètres autour de la source, il doit être possédé par le maître d'ouvrage. Toute opération, à l'exception de l'entretien du point de prélèvement, de la clôture ou du fauchage, est interdite.
- Périmètre de protection rapproché : de quelques dizaines d'hectares. Son but est de protéger le captage de toute infiltration souterraine de substances polluantes en règlementant l'usage de produits phytosanitaires par exemple.
- Périmètre de protection éloignée : afin de protéger l'ensemble du bassin versant si la ressource est fragile et facilement contaminable. Ce périmètre est facultatif.

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 renforce la protection des points de captages, face aux activités humaines sources de pollution, en rendant obligatoire l'institution de périmètres de protection immédiate et rapprochée pour les points de captages déclarés d'utilité publique, à l'exception de ceux naturellement protégés.

L'étendue exacte de ces périmètres est proposée par des hydrogéologues agréés par l'ARS et a pour but de réduire l'éventualité d'une pollution de la ressource par des agents externes.

A Jonzac, seul le captage Beaulieu-F1 est titulaire d'une DUP active depuis 2006. Le Beaulieu-F2 se situant à proximité immédiate du F1, il bénéficie par extension des mêmes périmètres de protection (cf. Annexe VIII).

C. Conclusion

Malgré les différentes mesures mises en place pour pallier au problème de contamination des eaux, une étude de la Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) de décembre 2019 a constaté une efficacité insuffisante du système de lagunage (78). En effet, ce dernier ne permet pas d'éliminer suffisamment les chlorures qui sont, par conséquent, retrouvées dans la Seugne. La source de ces chlorures est due à deux facteurs : la chloration au chlore gazeux de l'eau des Antilles de Jonzac dans un but sanitaire mais aussi à la teneur naturellement élevée en chlorures de la nappe de Trias utilisée pour les thermes (entre 1600 et 2300 mg/L).

Par ailleurs, ce rapport a mis en évidence une dégradation de la géomembrane au fond de la lagune, exposant ainsi les milieux sous-jacents à une contamination, de même que l'absence de curage depuis la création de celle-ci. Ces problèmes devront donc être résolus afin de maintenir un impact le plus minime possible sur l'environnement. Actuellement, les travaux sont en cours afin d'y remédier.

En ce qui concerne l'impact des chlorures, la MRAe conseille différents plans d'actions, comme la réduction des prélèvements géothermiques du Trias à destination des Antilles et la création de stockages tampons supplémentaires. Ces deux mesures ont été implémentées à Jonzac avec un arrêt du forage Lomega de juillet à septembre réduisant les prélèvements sur la nappe du Trias, ainsi que la création d'une lagune quatre fois plus grande en Avril 2023.

L'impact de cette lagune additionnelle reste cependant à relativiser car, à la même période, le forage supplémentaire Soenna 2 sera en activité et engendra donc une augmentation des rejets. Cette augmentation devrait cependant rester raisonnable dans la mesure où ce forage est fait pour remplacer le forage Soenna 1 qui devrait cesser toute activité.

Une autre piste d'étude est l'usage de plantes halophytes qui possèdent la caractéristique de se développer dans des milieux difficiles (salés, riches en métaux lourds). Ces plantes absorbent, au cours de leur développement, les ions chlorures ainsi que les métaux lourds néfastes aux autres écosystèmes. Malgré tout, le chlorure ainsi absorbé ne disparaît pas, il ne fait que s'accumuler dans les plantes qui font office de réservoir. Il conviendra donc de réaliser une récolte annuelle de ces plantes afin d'extraire les chlorures du milieu.

Le dernier problème à aborder est celui de l'éventuelle contamination des forages du Turonien par l'augmentation des chlorures dans la Seugne. En effet, du fait de la nature peu profonde de cette nappe, des échanges avec la Seugne existent. Par conséquent, des travaux sont en cours pour déplacer le point de rejet de la lagune des Antilles en aval des forages Roquet afin de préserver la qualité physico-chimique de ces derniers.

L'ensemble de ces mesures devrait permettre, après leur mise en place, d'atteindre les niveaux de qualité SEQ-Eau « bon » en octobre et novembre et « très bon » le reste de l'année (81).

Nonobstant, il est intéressant de se demander s'il n'aurait pas été préférable de recourir à une autre méthode de forage, le « doublet » de forage vu précédemment, qui du fait de la réinjection du milieu prélevé dans la nappe, réglerait ainsi la totalité des problèmes énoncés ci-dessus. Cette solution n'avait pas été retenue à l'époque sous prétexte qu'elle remettait en question la viabilité économique du projet, néanmoins ces dernières années, les services publics n'ont eu de cesse de dédier de l'argent à des solutions liées au problème initial des rejets. Rien que pour l'année 2020, les pouvoirs publics ont consenti à allouer 1,3 millions d'euros pour améliorer les performances énergétiques des Antilles afin de diminuer les rejets (23). Si on ajoute à ceci les frais de création des lagunes, la gestion des infrastructures ainsi que les frais d'entretien (curage, vidange etc...), la rentabilité économique vis à vis du coût d'un doublet de forage (environ 10 millions d'euros) pourrait se poser, surtout au vu du bénéfice environnemental d'une telle mesure.

V. « Source » de consommation

A. Projet d'une eau minérale naturelle embouteillée

Au vu de la notoriété de l'eau de Jonzac, les figures locales ont décidé qu'il pourrait être intéressant de commercialiser une eau minérale embouteillée. A défaut de pouvoir utiliser l'eau minérale naturelle du Trias qui n'est pas potable (de par sa teneur en fer, arsenic et sa radioactivité supérieure aux limites légales), celle de la nappe du Cénomaniens a été retenue. Les caractéristiques de cette nappe sont avantageuses pour une eau destinée à la consommation humaine. En effet, l'aquifère du Cénomaniens est une nappe profonde captive qui ne présente aucun affleurement au niveau local. Cela se traduit par une absence d'infiltration directe de l'eau de surface et donc une préservation de celle-ci vis à vis des polluants à proximité du forage (pesticides, nitrates etc...).

Le forage concerné (Beaulieu 2), déjà utilisé depuis 2009 pour l'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Jonzac, présente une eau à l'émergence possédant des propriétés oligominérales intéressantes. Pour cette raison, en 2016, elle a fait l'objet d'un agrément en tant qu'eau minérale naturelle dans le but d'être embouteillée.

Cette eau possède des caractéristiques similaires à d'autres eaux minérales déjà commercialisées, à savoir, une richesse en bicarbonates, calcium et magnésium. Cette composition lui confère des propriétés dans le maintien de l'équilibre acido-basique de l'organisme, de même que des propriétés digestives.

Cependant, cette eau issue du Crétacé contient naturellement du fer qu'il faudra extraire pour son conditionnement en bouteille. Cette extraction est envisageable par voie biologique (bactéries spécifiques) ou physico-chimique (oxydation). Cette dernière solution serait retenue dans le cas d'une commercialisation.

Actuellement, la ville de Jonzac est déjà dotée d'une unité de déferrisation pour la distribution de cette même eau pour son réseau d'AEP. En effet, la présence de fer dans l'eau potable n'est pas souhaitable pour diverses raisons. Tout d'abord pour son impact sur la santé avec le risque d'une accumulation de fer dans l'organisme entraînant une hémochromatose. Ce risque est cependant controversé car l'absorption intestinale de fer étant limitée, son impact est peu probable. Malgré tout, des hemosidéroses d'origine alimentaire ont déjà été constatées chez des sujets consommant des quantités accrues de fer (lentilles, vin, boissons fermentées dans des récipients ferreux, etc...) (82).

Secondairement, d'un point de vue plus trivial, les sels de fer réagissent avec l'eau pour former des hydroxydes insolubles qui sédimentent en formant un limon de couleur rouille. Le caractère organoleptique de l'eau est alors altéré et celle-ci peut entraîner des problèmes d'usages (taches sur la lessive etc...).

Outre ces raisons, le fer est à éliminer car il impacte le réseau d'AEP, en sédimentant dans les conduites, et entraîne une baisse des débits ainsi que la prolifération de ferrobactéries.

A Jonzac, la station de déferrisation fonctionne selon le procédé physico-chimique. L'extraction est réalisée par oxydation du Fe^{2+} (soluble) en Fe^{3+} (insoluble) par l'oxygène de l'air grâce à une installation sous pression. Le fer ainsi précipité est ensuite éliminé par filtration. Cette opération permet de passer de 0,4 mg/l de Fer à moins de 0,001 mg/l.

Le projet initial de la mairie prévoit de puiser environ 183 000 m³ / an, ce qui correspondrait à la production de 183 millions de bouteilles chaque année. Un tel puisage pose donc la question de la stabilité de la ressource, d'autant qu'il y aura conflit d'usage entre eau potable publique et eau minérale embouteillée sur le même aquifère. Actuellement, les forages Beaulieu 1 et 2 possèdent chacun un agrément pour un débit de 130 m³/h dont seulement la moitié est utilisée pour l'AEP de la ville, un prélèvement additionnel de 183 000 m³ serait donc envisageable en dédiant le forage Beaulieu 1 au réseau d'AEP et le forage Beaulieu 2 pour l'embouteillage.

Cependant, l'abaissement du niveau piézométrique de l'aquifère n'est pas la seule crainte à avoir. En effet, l'alimentation de cet aquifère du Cénomaniens se fait par infiltration des eaux météoritiques mais aussi par drainance des aquifères sus-jacents (Turonien-Coniacien). Or, il a été démontré que le forage Roquet (Turonien) est contaminé par des pesticides et des nitrates depuis 1995, même chose qui pourrait *in fine* se transposer au forage Beaulieu par phénomène de drainance.

Il est à noter que la consommation de pesticides a augmenté de 30% en un an sur la commune de Jonzac. Une agriculture biologique, ou tout du moins raisonnée, permettrait donc de préserver la ressource en eau, si indispensable à la ville de Jonzac et à ses habitants (79).

L'exemple d'une eau minérale naturelle découverte fortuitement en cherchant du pétrole, utilisée dans des thermes puis déclinée en eau embouteillée n'est pas sans rappeler l'exemple de la ville d'Arcachon avec son eau minérale naturelle commercialisée sous le nom d'« Abatilles ».

Cependant, c'est ici que les similitudes s'arrêtent. En effet, depuis 1961, la source Sainte-Anne des Abatilles appartient à une entité privée, scénario que la ville de Jonzac veut absolument éviter pour de multiples raisons. Une d'entre elles étant que la ville dépend actuellement de ce forage pour l'alimentation en eau potable de ses habitants, or une cession de ce forage obligerait la ville à trouver une solution alternative (compliquée étant donné que tous les aquifères locaux sont déjà exploités).

C'est à ce jour, cette volonté de conserver la propriété de la source qui fait que le projet d'embouteillage est pour le moment ... tombé à l'eau. En effet, les entreprises industrielles privées nécessaires pour l'embouteillage et la distribution de l'eau au niveau national n'ont pas pour habitude de dépendre du secteur public et, en règle générale, achètent la source attenante au projet. Ce plan marketing s'inscrit dans un objectif de sécurisation de l'investissement, en effet, si la ville décidait de se retirer, les investissements engendrés pour l'exploitation de l'usine d'embouteillage, entre autres, seraient perdus. Pour le moment, la ville est encore à la recherche d'un partenaire commercial pour mener plus en avant ce projet...

VI. Conclusion

Lorsque que l'on pense à l'eau, c'est le caractère immuable de celle-ci dans nos vies qui ressort, mais aussi sa versatilité. Cette antonymie s'explique dans le sens où l'eau fait partie d'un cycle perpétuel mais que, pour se préserver, celle-ci va passer par différents états de la matière. Cette idée, qui n'est pas sans rappeler le principe de Lavoisier, fait de l'eau un élément à la fois changeant et omniprésent.

La ville de Jonzac est un bon exemple de la versatilité de l'eau, à la fois dans son état, mais aussi et surtout dans ses usages. Il en ressort que l'eau de Jonzac a rythmé la vie de la ville au fil des époques, de l'homme de Neandertal jusqu'à nous, et qu'elle a su s'imposer aussi bien dans le monde du thermalisme, que de la cosmétique ou de l'écologie.

C'est l'exploitation de l'eau à Jonzac qui a permis à la ville de se développer et de proposer des services à la population autrement inaccessibles à une commune rurale de 3500 habitants. Tout d'abord par le thermalisme qui représente un atout thérapeutique au niveau national mais aussi un atout financier au niveau local. En effet, on estime que le thermalisme et l'aqua-ludisme génèrent environ 80 millions d'euros par an pour le territoire et fournissent une source d'emplois non négligeable. De même, une partie des installations culturelles jonzacaïses est financée par les taxes issues du casino, exploitation uniquement rendue possible par le statut de station thermale de Jonzac. Pour finir, les Antilles de Jonzac produisent également du profit mais en moindre mesure. Leur principal attrait est dans le service qu'elles fournissent aux habitants de la communauté de communes et dans la visibilité qu'elles confèrent à Jonzac au niveau régional. Or, sa création et sa viabilité financière ont été rendues possibles par la géothermie, ce qui rattache, à nouveau, un des piliers de l'activité jonzacaïse à l'exploitation de l'eau.

Cette interdépendance des différentes applications de l'eau pose inéluctablement la question d'un éventuel conflit d'usage de cette ressource. Afin d'anticiper les retombées d'un tel conflit, la ville de Jonzac a pris les devants en multipliant les points de captages et les nappes prélevées. Elle se préserve donc pour le moment d'une pénurie d'alimentation et possède des alternatives dans le cas où un forage dysfonctionnerait.

Il conviendra toutefois de se prémunir de l'effet paradoxal d'une eau minérale naturelle qui confère des bénéfices thérapeutiques à l'Homme et des effets délétères à l'environnement. Pour cela, un monitoring strict des prélèvements et des rejets devra être effectué afin de garantir une utilisation raisonnée de la ressource, profitable à la fois aux individus et aux écosystèmes.

Du fait de la forte dépendance de tous ces usages en leur ressource principale : l'eau, que se passerait-il si cette ressource était mise en danger ? En effet, depuis plusieurs années, un problème émerge, celui de la pollution des eaux, notamment issue d'une source trop longtemps ignorée : les substances médicamenteuses.

Un bilan établi en 2014 par le ministère de l'Environnement, met en lumière cette pollution de nos nappes phréatiques, en effet, seul 67 % des eaux souterraines seraient dans un « bon état » chimique. Actuellement, la menace de cette contamination pèse essentiellement sur les eaux superficielles car les stations d'épuration ne sont pas suffisamment efficaces pour éliminer tous les types de substances médicamenteuses. Certains médicaments comme l'aspirine sont éliminés à 90 % mais d'autres comme la carbamazépine ou le diclofénac ne le sont quasiment pas. Or, ces substances se retrouvent *in fine* dans nos eaux de consommation. Dans l'état actuel des choses, l'impact sur l'homme est difficile à quantifier. Individuellement, ces substances ne représentent pas un danger pour l'homme au vu de leur faible concentration. Cependant, certains scientifiques craignent un effet « cocktail » issu du cumul de tous les principes actifs résiduels.

L'effet environnemental est quant à lui avéré, on rapporte en France des cas de féminisations des mâles chez certaines espèces de poissons, de batraciens etc...

Du point de vue du sujet abordé dans cette thèse, que se passerait-il si l'eau utilisée dans les soins thermaux venait à être contaminée par ces polluants, non testés dans les analyses de routine ? De manière cartésienne, les chances d'une telle contamination sont extrêmement faibles du fait de la nature profonde de l'eau utilisée. Les polluants auront été éliminés par la traversée des différentes couches lithosphériques avant d'atteindre l'aquifère profond du Trias. Le problème est cependant beaucoup plus réaliste quant à l'usage en tant qu'eau de loisirs. En effet, comme nous l'avons vu, cette eau est issue de forages du Turonien, beaucoup plus superficiels. Nous avons noté une communication des eaux superficielles avec cette nappe, mis en évidence par une augmentation de la concentration en nitrates et pesticides de celle-ci. Selon le même procédé, des substances médicamenteuses pourraient se retrouver dans l'eau du Turonien, utilisée pour la baignade dans le complexe des Antilles. A défaut d'un passage transcutané peu probable, la question se pose tout de même d'un effet photosensibilisant notamment dû aux résidus d'AINS...

A l'instar de l'impact de l'eau sur l'homme, on peut également se demander l'impact de l'homme sur l'eau. Du fait de la nature des indications reconnues pour le thermalisme à Jonzac (RH) et de l'âge avancé des curistes, beaucoup d'entre eux recourent à des gels anti-inflammatoires locaux comme le diclofénac ou l'ibuprofène. L'usage cutané de ceux-ci et leur composante hydrophile font qu'ils sont labiles dans l'eau et se retrouvent donc inévitablement dans les eaux de rejet. Il est cependant à noter que le lagunage permet l'élimination totale de substances comme le diclofénac grâce à la photodégradation (Zhang *et al.*, 2014).

Le thermalisme n'engendre donc pas, ou peu, de pollution médicamenteuse sur les milieux naturels, la source majoritaire de ceux-ci étant le non-respect des consignes de tri au niveau individuel. Ainsi, il convient de rappeler que les médicaments non utilisés doivent être ramenés en pharmacie afin d'être éliminés dans de bonnes conditions (filiale Cyclamed).

Par conséquent, on retiendra que pour continuer à profiter de toutes les vertus et bienfaits de l'eau, aussi bien du point de vue thérapeutique qu'économique, une utilisation raisonnée de celle-ci est indispensable. Le tout en association à une dynamique écologique qui permettra de préserver la ressource en eau pour les générations à venir.

Bibliographie

1. Inventaire National du Patrimoine Naturel. Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. 2003-2021 [Internet]. [cité 3 mai 2021]. Disponible sur: <https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR5412005>
2. Mairie de Jonzac. Histoire de la Ville de Jonzac [Internet]. 2021 [cité 3 mai 2021]. Disponible sur: <https://villedejonzac.fr/index.php/decouvrir/histoire-et-patrimoine/historique>
3. Dancette M. Géothermie : définition, explication scientifique, enjeux énergétiques [Internet]. 2013 [cité 3 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/geothermie>
4. Ministère de la Transition écologique. Géothermie [Internet]. 2019 [cité 3 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.ecologie.gouv.fr/geothermie>
5. République Française. Article L112-1 - Code minier (nouveau) - Légifrance [Internet]. 2020 [cité 3 mai 2021]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000042655147
6. AnteaGroup. Forage géothermique LOMEGA-Dossier unique de demande de permis d'exploitation (PEX) et d'autorisation d'ouverture de travaux miniers (AOT). 2019 p. 199. Report No.: A97493.
7. République Française. Article 8 - Décret n° 2019-1518 du 30 décembre 2019 relatif aux titres d'exploration et d'exploitation des gîtes géothermiques - Légifrance [Internet]. 2019 [cité 3 mai 2021]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000039698465?r=iKA8gsvvHW
8. Géothermie. In: Wikipédia [Internet]. 2021 [cité 3 mai 2021]. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=G%C3%A9othermie&oldid=181124300>
9. Université Virtuelle Environnement et Développement durable, Université de Rennes. Origine de la chaleur interne du globe — La centrale géothermique de Bouillante (Guadeloupe) [Internet]. 2011 [cité 3 mai 2021]. Disponible sur: <https://unt.univ-cotedazur.fr/uved/bouillante/cours/i.-la-geothermie-manifestations-quantification-origine-et-utilisations-de-la-chaleur-interne-du-globe/2.-comprendre-et-modeliser-les-transferts-de-chaleur-pour-determiner-l2019origine-de-la-chaleur-interne-du-globe/2.3-origine-de-la-chaleur-interne-du-globe.html>
10. ADEME, BRGM. La Géothermie : quelles technologies pour quels usages ? 2ème Edition. 2008. (Les enjeux des Géosciences).
11. Joseph P. Riva. Petroleum - Accumulation in reservoir beds [Internet]. Encyclopedia Britannica. 2019 [cité 5 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.britannica.com/science/petroleum>
12. M. Thinon-Larminach. Avis hydrogéologique sur le dossier d'autorisation concernant la régularisation du réseau interconnecté de la ZAC Val de Seugne à Jonzac (17). 2015. Report No.: RP-64789-FR.
13. Dewertz A, Auriol J, Fabris H, Bourgueil B, Gimenez J. Rapport de fin de sondage ; Forage géothermique de Jonzac G.J.N.C.1. 1980 p. 23. Report No.: 80-SGN-637-POC.
14. République Française, Préfecture de la Charente-Maritime. Arrêté Prefectoral N°20EB-

684 concernant les prélèvements dans la nappe du Turonien et les rejets des nappes du Turonien et du Trias de la ZAC du Val de Seugne à Jonzac [Internet]. 2020. Disponible sur: charente-maritime.gouv.fr

15. BRGM. Potentiel géothermique du département de la Charente-Maritime. 2009 déc. Report No.: RP-57683-FR.
16. Association Française des Professionnels de la Géothermie. La Géothermie en France : Etude de Filière 2019. 2019.
17. Claude Belot, Jean-Marc Juilhard. Energies renouvelables et développement local : l'intelligence territoriale en action [Internet]. 2006 [cité 3 mai 2021]. Report No.: 436. Disponible sur: http://www.senat.fr/rap/r05-436/r05-436_mono.html#toc263
18. ADEME, BRGM. Géothermies [Internet]. [cité 4 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.geothermies.fr/>
19. République Française. Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. 2021 [cité 4 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGITEXT000006072665/>
20. Syndicat national des médecins des stations thermales, marines et climatiques de France. Guide des Bonnes Pratiques Thermales. 2003.
21. Thermes. In: Wikipédia [Internet]. 2021 [cité 11 mai 2021]. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Thermes&oldid=180339080>
22. Leclerc H. Sur la demande d'autorisation d'exploiter, en tant qu'eau minérale naturelle, à l'émergence et après transport à distance, l'eau du captage « Lomega » situé sur la commune de Jonzac (Charente Maritime). Académie nationale de médecine; 2003 févr p. 435-8. Report No.: 187.
23. Karpinski C. Rapport d'enquête publique relative à l'aménagement de la ZAC Val de Seugne / Prélèvements dans les nappes du Turonien et du Trias et rejets. 2020 août p. 56.
24. Commune de Jonzac. Demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation éventuelle d'une évaluation environnementale concernant le forage Soenna 2. 2020.
25. Francois G, Micollier A, Rouvie I. Les Boues Thermales. ENSP; 2005.
26. Morer C, Roques C-F, Françon A, Forestier R, Maraver F. The role of mineral elements and other chemical compounds used in balneology: data from double-blind randomized clinical trials. *Int J Biometeorol.* déc 2017;61(12):2159-73.
27. Reffitt DM, Ogston N, Jugdaohsingh R, Cheung HFJ, Evans BAJ, Thompson RPH, et al. Orthosilicic acid stimulates collagen type 1 synthesis and osteoblastic differentiation in human osteoblast-like cells in vitro. *Bone.* févr 2003;32(2):127-35.
28. Carlisle EM. In vivo Requirement for Silicon in Articular Cartilage and Connective Tissue Formation in the Chick. *J Nutr.* 1 avr 1976;106(4):478-84.
29. Schwarz K. A Bound Form of Silicon in Glycosaminoglycans and Polyuronides. *Proc Natl Acad Sci.* 1 mai 1973;70(5):1608-12.
30. Améon R. Le radon dans les stations thermales : une source d'exposition aux rayonnements ionisants. *Radioprotection.* avr 2003;38(2):201-15.
31. Autorité de Sûreté Nucléaire. Les activités contrôlées dans le domaine médical [Internet]. 2017 [cité 6 août 2021]. Disponible sur: <https://www.asn.fr/Informer/Dossiers-pedagogiques/Les-activites-controlees-dans-le-domaine-medical/La-medecine-nucleaire/Les-doses>

32. République Française. Article R4451-6 - Code du travail - Légifrance [Internet]. 2018 [cité 6 août 2021]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000037024991/
33. Sakoda A, Ishimori Y, Tschiersch J. Evaluation of the intake of radon through skin from thermal water. *J Radiat Res (Tokyo)*. 1 juill 2016;57(4):336-42.
34. République Française, Ministère des affaires sociales et de la santé. 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 - Légifrance [Internet]. 2013 [cité 30 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000028220863/>
35. Terver M. L'Eau Thermale passée au crible – Magazine Thermal [Internet]. 2020 [cité 31 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.magazinethermal.fr/2020/09/30/leau-thermale-passee-au-crible/>
36. AES Certification. Référentiel de certification AQUACERT HACCP thermalisme. 2011 juin.
37. Conseil National du Tourisme. La diversification des activités des stations thermales. 2011.
38. Ameli. Cure thermale [Internet]. Ameli.fr. 2020 [cité 12 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/assure/remboursements/rembourse/cure-thermale/cure-thermale>
39. Chaîne Thermale du Soleil. Jonzac, cure thermale rhumatologie, voies respiratoires, ORL, phlébologie [Internet]. 2021 [cité 12 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.chainethermale.fr/jonzac>
40. Chaîne Thermale du Soleil. Guide « Bien dans ma cure ». 2021.
41. Chaîne Thermale du Soleil. Livret « Bien dans ma cure » spécial Jonzac. 2021^e éd. 2021. 31 p.
42. Tunstall J. Clinical Remarks Upon The Effects Of The Bath Thermal Waters In The Treatment Of Chronic Rheumatism. *BMJ*. 7 janv 1853;s3-1(1):8-10.
43. Forestier R, Desfour H, Tessier J-M, Francon A, Foote AM, Genty C, et al. Spa therapy in the treatment of knee osteoarthritis: a large randomised multicentre trial. *Ann Rheum Dis*. 1 avr 2010;69(4):660-5.
44. Roques C-F. Thermarthrose : un essai randomisé contrôlé qui évalue le traitement de l'arthrose du genou par la cure thermale. *Afreth*. 14 nov 2011;
45. Dourthe-Ibanez S. L'essence de térébenthine et son utilisation dans les cures de rhumatologie de la station thermale de Dax. Université de Bordeaux; 2002.
46. Fumeau-Demay P. Contribution à l'étude de l'eau de la source Soenna à Jonzac : à propos d'un essai préliminaire de type ouvert sur 100 cas de pathologies des muqueuses respiratoires. Université de Bordeaux; 1987.
47. Staffieri A, Abramo A. Sulphurous-arsenical-ferruginous (thermal) water inhalations reduce nasal respiratory resistance and improve mucociliary clearance in patients with chronic sinonasal disease: preliminary outcomes. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. janv 2007;127(6):613-7.
48. Ottaviano G, Marioni G, Staffieri C, Giacomelli L, Marchese-Ragona R, Bertolin A, et al. Effects of sulfurous, salty, bromic, iodine thermal water nasal irrigations in nonallergic chronic rhinosinusitis: a prospective, randomized, double-blind, clinical, and cytological study. *Am J Otolaryngol*. mai 2011;32(3):235-9.

49. Carpentier PH, Blaise S, Satger B, Genty C, Rolland C, Roques C, et al. A multicenter randomized controlled trial evaluating balneotherapy in patients with advanced chronic venous insufficiency. *J Vasc Surg.* févr 2014;59(2):447-454.e1.
50. Sirieix J. Influence de l'immersion dans les eaux thermales de Royat sur le facteur natriurétique auriculaire et l'excrétion urinaire. Université de Limoges; 1993.
51. TNS Healthcare, CNETh. Enquête curistes 2006. 2006.
52. Ernst E. Is reflexology an effective intervention? A systematic review of randomised controlled trials. *Med J Aust.* 7 sept 2009;191(5):263-6.
53. Guétin S, Touchon J. Musique et douleur : la séquence en «U», une solution thérapeutique standardisée et validée. *Douleur Analgésie* [Internet]. 11 juill 2017 [cité 7 juin 2021]; Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s11724-017-0507-2>
54. Jourtt-Pineau C, Guétin S, Védrine L, Le Moulec S, Poirier J-M, Ceccaldi B. Effets de la musicothérapie sur la douleur et l'anxiété des patients atteints de cancer hospitalisés et/ou suivis en service d'oncologie. *Douleurs Eval - Diagn - Trait.* sept 2013;14(4):200-7.
55. Guétin S. Protocole Music-Care© [Internet]. 2020 [cité 8 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.music-care.com/recherche.html#studies>
56. Cribier B. Eaux thermales et thermalisme en dermatologie au XIXe siècle. *Ann Dermatol Vénéréologie.* janv 2020;147(1):1S5-13.
57. Parlement européen. RÈGLEMENT (CE) No 1223/2009 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques. *Journal officiel de l'Union européenne* nov 30, 2009.
58. Ghersetich I, Tsampau D, Lotti T. L'eau thermale d'Avène, nel trattamento della « pelle sensible ». *G Intaleno Venerol.* 1992;127.
59. Pinton J, Friden H, Kettaneh-Wold N, Wold S, Dreno B, Richard A, et al. Clinical and biological effects of balneotherapy with selenium-rich spa water in patients with psoriasis vulgaris. *Br J Dermatol.* août 1995;133(2):344-7.
60. Celerier P, Richard A, Litoux P, Dreno B. Modulatory effects of selenium and strontium salts on keratinocyte-derived inflammatory cytokines. *Arch Dermatol Res.* 1995;287(7):680-2.
61. Ministère de la Santé, ANSM, HAS. Base de données publique des médicaments [Internet]. 2021 [cité 22 juin 2021]. Disponible sur: <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/>
62. Kim B-H, Lee JM, Jung Y-G, Kim S, Kim T-Y. Phytosphingosine derivatives ameliorate skin inflammation by inhibiting NF- κ B and JAK/STAT signaling in keratinocytes and mice. *J Invest Dermatol.* avr 2014;134(4):1023-32.
63. Pavicic T, Wollenweber U, Farwick M, Korting HC. Anti-microbial and -inflammatory activity and efficacy of phytosphingosine: an in vitro and in vivo study addressing acne vulgaris. *Int J Cosmet Sci.* juin 2007;29(3):181-90.
64. Richard MJ, Guiraud P, Arnaud J, Cadi R, Monjo AM, Richard A, et al. Pouvoir antioxydant d'une eau thermale sélénée sur des fibroblastes cutanés humains diploïdes. *J Fr D'hydrologie.* 1991;22(1):119-25.
65. Moysan A, Morlière P, Marquis I, Richard A, Dubertret L. Effects of Selenium on UVA-Induced Lipid Peroxidation in Cultured Human Skin Fibroblasts. *Skin Pharmacol Physiol.* 1995;8(3):139-48.
66. Matsuda H, Kawakita K, Kiso Y, Nakano T, Kitamura Y. Substance P induces

- granulocyte infiltration through degranulation of mast cells. *J Immunol Baltim Md* 1950. 1 févr 1989;142(3):927-31.
67. Joly F, Charveron M, Ariès MF, Bidault J, Kahhak L, Beauvais F, et al. Effect of Avène spring water on the activation of rat mast cell by substance P or antigen. *Skin Pharmacol Appl Skin Physiol*. avr 1998;11(2):111-6.
68. Eliasse Y, Galliano M-F, Redoules D, Espinosa E. Effect of thermal spring water on human dendritic cell inflammatory response. *J Inflamm Res*. 2019;12:181-94.
69. Beauvais F, Garcia-Mace JL, Joly F. In vitro effects of Uriage spring water on the apoptosis of human eosinophils. *Fundam Clin Pharmacol*. 1998;12(4):446-50.
70. Soupre V, N’Guyen T, Vasquez M. Utilisation du brumisateur d’eau thermale de La Roche-Posay dans les soins des cicatrices en chirurgie plastique pédiatrique. *Med Staff Dermatol*. 1995;29:13-5.
71. Faga A, Nicoletti G, Gregotti C, Finotti V, Nitto A, Gioglio L. Effects of thermal water on skin regeneration. *Int J Mol Med*. mai 2012;29(5):732-40.
72. Dal Pra I, Chiarini A, Pacchiana R, Zumiani G, Zanoni M, Armato U. Comano’s (Trentino) thermal water interferes with tumour necrosis factor-alpha expression and interleukin-8 production and secretion by cultured human psoriatic keratinocytes: yet other mechanisms of its anti-psoriatic action. *Int J Mol Med*. mars 2007;19(3):373-9.
73. Léa Nature. Eau Thermale Jonzac [Internet]. Eau Thermale Jonzac. 2020 [cité 12 juill 2021]. Disponible sur: <https://eauthermalejonzac.com/>
74. Marazziti D, Baroni S, Giannaccini G, Catena Dell’Osso M, Consoli G, Picchetti M, et al. Thermal balneotherapy induces changes of the platelet serotonin transporter in healthy subjects. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. oct 2007;31(7):1436-9.
75. Assurance Maladie. Enquête de satisfaction des curistes 2019 (Article 9-1 de la Convention Nationale Thermale 2018-2022). 2019 p. 7.
76. Gobin M-L. Les Antilles de Jonzac (17) : « L’exemple parfait d’une décentralisation réussie » [Internet]. SudOuest.fr. 2012 [cité 20 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.sudouest.fr/2012/07/10/1-exemple-parfait-d-une-decentralisation-reussie-765446-632.php>
77. ARS. Régularisation de l’usage de l’eau des forages du Roquet, de Thomazeau, de Champeau et d’Heurtebise pour la baignade au complexe des Antilles et pour la baignade Les Prés des Roches. 2013.
78. MRAe Nouvelle Aquitaine. Avis délibéré de la Mission régionale d’autorité environnementale de la région Nouvelle-Aquitaine sur l’exploitation de prélèvements d’eau pour plusieurs usages, dont la géothermie, dans les nappes du Turonien et du Trias à Jonzac (17). 2019 p. 10. Report No.: 2020APNA21.
79. SEGI. Demande d’Autorisation Environnementale au titre des articles L.214-1 et suivants du Code de l’Environnement concernant la ZAC du Val de Seugne - Jonzac. 2019.
80. Vuori K-M. Direct and Indirect Effects of Iron on River Ecosystems. *Ann Zool Fenn*. 1995;32(3):317-29.
81. SEGI. Étude d’impact globale des rejets au sein de la ZAC Val de Seugne. 2019 déc. Report No.: 18-156.
82. Bourel M, Simon M. Physiopathologie et classification des hémochromatoses. *Rev Prat*. 1 févr 1977;27(7):339-50.

Annexes

Annexe I :

Tableau récapitulatifs des titres nécessaires à l'exploitation d'une source à visée thermique (6)

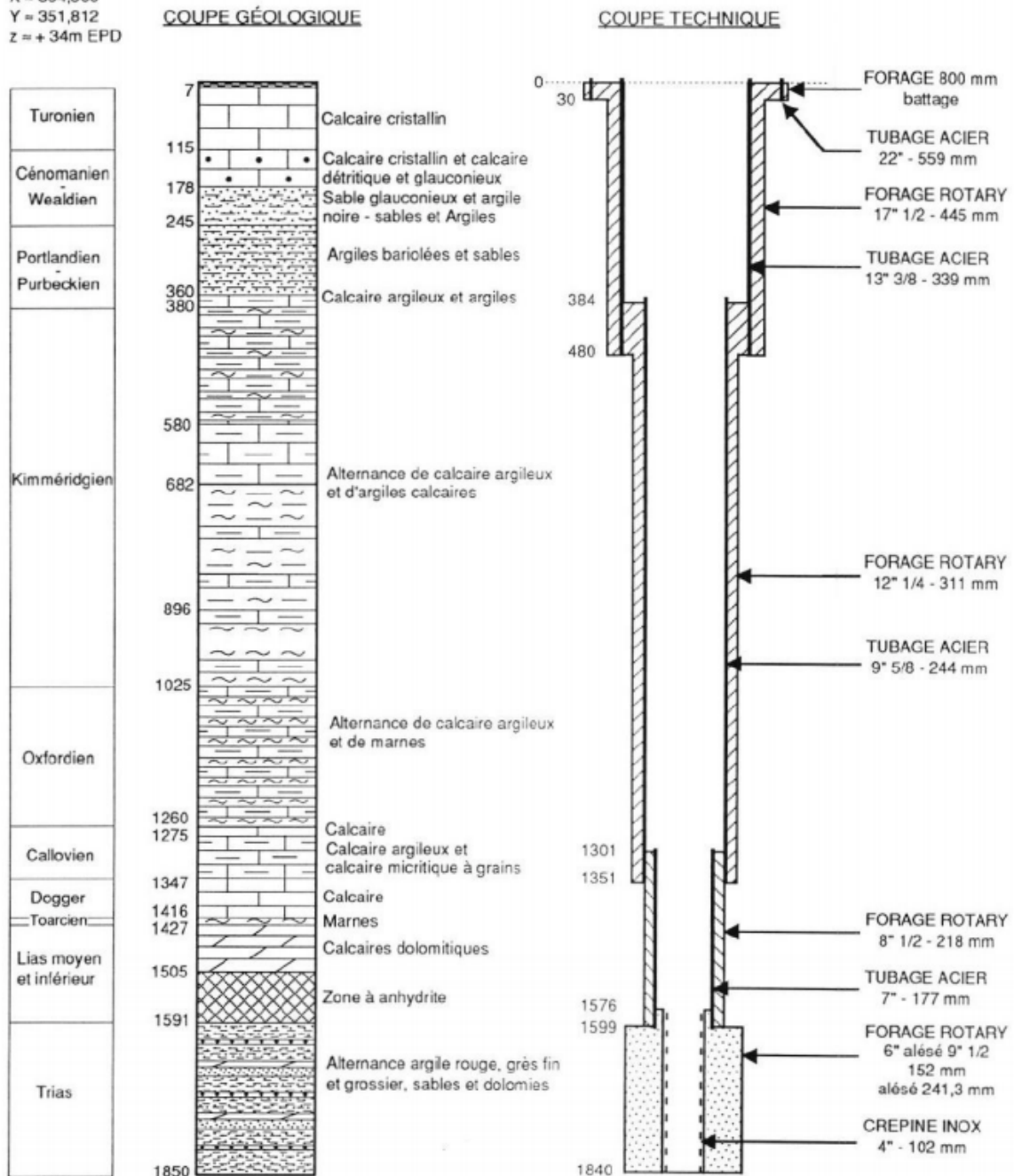
Procédure concernée	Contenu détaillé	Paragraphe correspondant dans le présent rapport
Autorisation de recherches ou de permis d'exploitation de gîtes géothermiques à basse température (cf. articles 5 du décret n°78-498)	1° les nom, prénoms, qualité, nationalité et domicile	Chapitre 2
	2° la justification des capacités techniques et financières	Chapitre 3
	3° la durée du titre sollicité	Chapitre 4
	4° le programme des travaux	Chapitre 5 et 11
	5° limites et les justifications du périmètre de protection	Chapitre 6
	6° dispositions prévues pour des ouvrages	Chapitres 7, 10 et 12
	7° caractéristiques des éventuels déversements et écoulements susceptibles de compromettre la qualité des eaux et les dispositions prévues pour éviter une altération de cette qualité	Chapitre 13 et 14
	8° les volumes d'exploitation et éventuellement les périmètres de protection du futur permis d'exploitation	Chapitre 8
	Documents graphiques	Figures 1, 2 3 et 11
	Autorisation d'ouverture de travaux miniers (cf. l'article 6 du décret n°2006-649)	1° l'indication de la qualité en laquelle le dossier est présenté
2° les caractéristiques principales des travaux prévus		Chapitre 7, 9, 10 et 12
3° un exposé relatif aux méthodes d'exploitation		Chapitre 5
4° étude d'impact définie à l'article R. 122-5 du code de l'environnement		Chapitre 14
5° le document de sécurité et de santé prévu à l'article 28		Chapitre 16
6° conditions de l'arrêt des travaux ainsi que l'estimation de son coût		Chapitre 15
7° incidences des travaux sur la ressource en eau ainsi que la compatibilité du projet avec le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux		Chapitre 14
Etude d'impact définie cf. article R. 122-5 du code de l'environnement)	1° une description du projet	Chapitre 1, 10 et 11 et étude d'impact Globale
	2° une analyse de l'état initial de la zone et des milieux	Chapitre 14 et étude d'impact Globale
	3° une analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase des travaux) et permanents, à court, moyen et long terme	
	4° une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus	
	5° une esquisse des principales solutions de substitution	
	6° les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet avec l'affectation des sols	
	7° les mesures prévues pour éviter les effets négatifs et les compenser	
	8° une présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial	
	9° une description des difficultés éventuelles rencontrées pour réaliser cette étude	
	10° les noms et qualités des auteurs de l'étude d'impact	Fiche signalétique et étude d'impact Globale

Annexe II : Volumes sollicités pour le forage Lomega en Novembre 2019 (SEGI)

Usage	Cadre réglementaire	Débit	Durée annuelle	Volume	Durée du prélèvement
Usage Géothermique, chauffage des Antilles	Code Minier	44 m ³ /h	12 mois (stockage des rejets durant l'étiage)	182 000 m ³ /an	15 ans (permis d'exploiter basse température)
Usage Eau Minérale Naturelle, alimentation des Thermes	Code de la santé Publique et Code de l'Environnement	8 m ³ /h le jour, 2 m ³ /h la nuit, soit 5 m ³ /h en moyenne journalière	12 mois	43 830 m ³ /an	Jusqu'au début 2022 (mise en service SOENNA 2)
Débit supplémentaire devant être prélevé et stocké pour satisfaire le besoin des Thermes lors des 4 mois d'étiage		12 m ³ /h le jour, 18 m ³ /h la nuit, soit 15 m ³ /h en moyenne journalière	4 mois sur 12, durant les phases d'étiage	6 334 m ³ /an	

Annexe III : Coupe géologique du forage Lomega (Anteagroup)

X = 384,500
 Y = 351,812
 z = + 34m EPD



Annexe IV : Tableau descriptif des analyses Ress

PARAMÈTRES À RECHERCHER (X) OU NON (/) dans l'eau minérale naturelle (EMN), l'eau de source (ES) ou l'eau rendue potable par traitements (ERPT) (3)	TYPE D'ANALYSES à la ressource		
	Ress0	Ress1	Ress2
A. Analyses microbiologiques			
Spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs dans 50 ml Bactéries coliformes dans 250 ml Escherichia coli dans 250 ml Entérocoques intestinaux dans 250 ml Numération des germes aérobies revivifiables à 22° C et à 36° C dans 1 ml Pseudomonas aeruginosa dans 250 ml (l'analyse est à réaliser au moins trois jours après le prélèvement ou le conditionnement, à l'exception des échantillons d'eau minérale naturelle utilisée à des fins thérapeutiques dans un établissement thermal)	x	x	/
Cryptosporidium dans 100 l Giardia dans 100 l	x	/	/
Legionella sp. dans 1 l Legionella pneumophila dans 1 l	x	/	A
B.-Analyses physico-chimiques Paramètres généraux			
Couleur / Odeur / Saveur Carbone organique total Oxygène dissous (mesure sur site ou après piégeage sur site) Potentiel d'oxydo-réduction (mesure sur site et expression par rapport à l'électrode de référence à l'hydrogène)	x	/	/
Conductivité mesurée sur site, à la température de 25° C pH (mesure sur site) Température de l'eau (mesure sur site) Turbidité	x	x	/
Dioxyde de carbone (analyse sur site ou après piégeage sur site)	x	/	B

Résidu sec à 180° C et à 260° C			x	/	C
Sulfures totaux (exprimés en mg/L de H2S) (analyse sur site ou après piégeage sur site)			x	/	D
Température ambiante			C	/	/
Paramètres minéraux					
Aluminium Ammonium Antimoine Arsenic Baryum Bore Bromures Cadmium Calcium Chrome	Cuivre Chlorures Cyanures totaux Fer total Fluorures Magnésium Manganèse Mercure Nickel Nitrates	Nitrites Plomb Potassium Sélénium Sodium Sulfates Titre alcalimétrique (TA) et (TAC) Uranium	x	/	x
Béryllium Chlore total (analyse sur site) Iodures Lithium Orthophosphates Silice soluble Strontium Autres oligo-éléments (vanadium, molybdène, cobalt...) présents le cas échéant dans l'eau minérale naturelle			x	/	/
Zinc			x	/	E
Paramètres organiques					
Acrylamide (3) Agents de surface réagissant au bleu de méthylène Benzène Toluène 1,2/ dichloroéthane Epichlorhydrine (3)	Benzo (b) fluoranthène Benzo (k) fluoranthène Benzo (ghi) pérylène Indéno (1,2,3-cd) pyrène Fluoranthène Benzo (a) pyrène Bromoforme Dibromochlorométhane	Ethylbenzène Xylènes Chlorure de vinyle monomère Indice phénol Pesticides (1) Chloroforme	x	/	/

Tétrachlororéthylène Trichloroéthylène	Bromodichlorométhane	Hydrocarbures dissous			
Microcystines			F	/	/
C.-Radioactivité					
Activité alpha globale (2) Activité bêta globale (2) Tritium (2) Autres radionucléides pour le calcul de la dose indicative (DI) (2)			x	/	/
Radon (4) (5)			x		
<p>A : à rechercher si la ressource en EMN alimente un établissement thermal. B : à rechercher si l'eau est naturellement gazeuse. C : à rechercher si c'est une EMN. D : la mesure n'est réalisée que quand l'EMN est sulfurée et alimente un établissement thermal. E : paramètre à rechercher si l'EMN ou l'ES fait mention du caractère approprié de l'eau pour l'alimentation du nourrisson. F : la mesure est réalisée uniquement pour les eaux d'origine superficielle rendue potable par traitement. L'analyse est seulement nécessaire lorsque des observations visuelles ou analytiques mettent en évidence un risque de prolifération de cyanobactéries.</p> <p><i>(1) Par pesticides, on entend les insecticides, herbicides, fongicides, nématocides, acaricides, algicides, rodenticides, produits antimoisissures organiques et produits apparentés, notamment les régulateurs de croissance et leurs métabolites, produits de réaction et de dégradation pertinents. Par total des pesticides, on entend la somme de tous les pesticides individualisés détectés et quantifiés.</i></p> <p><i>Les substances susceptibles d'être présentes doivent être recherchées en priorité.</i></p> <p><i>(2) En cas de valeurs de l'activité alpha globale supérieures à 0,1 Bq/l ou de l'activité bêta globale résiduelle supérieures à 1,0 Bq/L ou du tritium supérieures à 100 Bq/l, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques définie dans l'arrêté mentionné à l'article R. 1321-20 du code de la santé publique.</i></p> <p><i>Afin de déterminer l'activité bêta globale résiduelle, le potassium doit être recherché concomitamment à la mesure des paramètres radiologiques. La mesure du potassium est réalisée lors de la mesure de l'équilibre calcocarbonique.</i></p> <p><i>(3) La limite de qualité se réfère à la concentration résiduelle en monomères dans l'eau calculée conformément aux spécifications de la migration maximale du polymère correspondant en contact avec l'eau.</i></p> <p><i>(4) S'agissant des modalités de mise en œuvre, se référer à l'arrêté pris en application de l'article R. 1321-15 du code de la santé publique pour la mesure du radon dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux.</i></p> <p><i>(5) A rechercher pour les eaux de source et les eaux rendues potables par traitements d'origine souterraine.</i></p>					

Annexe V : Tableau descriptif des analyses Th

PARAMÈTRES À RECHERCHER (X) OU NON (/)	TYPE D'ANALYSES	
	Th1	Th2
A. Analyses microbiologiques		
Spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs dans 50 ml Bactéries coliformes dans 250 ml Escherichia coli dans 250 ml Entérocoques intestinaux dans 250 ml Pseudomonas aeruginosa dans 250 ml Numération des germes aérobies revivifiables à 36° C dans 1 ml	x	x
Legionella sp. et pneumophila dans 1 l	A	A
Staphylocoques pathogènes dans 100 ml	/	x
B.-Analyses physico-chimiques Paramètres généraux		
Carbone organique total Turbidité	/	x
Conductivité mesurée sur site, à la température de 25° C pH (mesure sur site) Température (mesure sur site)	x	x
Dioxyde de carbone (analyse sur site ou après piégeage sur site) Sulfures totaux (exprimés en mg/L de H ₂ S) (analyse sur site ou après piégeage sur site)	B	B
Ozone dissous (analyse sur site)	/	C
Produits stabilisants des eaux de piscines	/	D

Paramètres minéraux				
Antimoine Arsenic Baryum Bore Cadmium	Chrome Cuivre Chlorures Fer total Manganèse	Mercure Nickel Plomb Sélénium Sulfates	B	B
Calcium Magnésium Potassium Sodium Titre alcalimétrique (TA) Titre alcalimétrique complet (TAC)			B	/
Chlore libre et total (ou tout autre paramètre représentatif du traitement de désinfection) (analyse sur site)			x	x
Fluorures			E	B
Nitrates Nitrites			E	/
Paramètres organiques				
Chloroforme Bromoforme Dibromochlorométhane Bromodichlorométhane			/	F
<p>A : paramètre à rechercher systématiquement pour les soins entrant dans la catégorie I et, pour les autres catégories de soins, uniquement en cas de production d'aérosols, y compris pour les soins mettant en œuvre des jets en immersion tels que les bains à remous.</p> <p>B : ion pouvant être retenu dans le contrôle sanitaire ou la partie principale de la surveillance exercée par l'exploitant. Au moins un anion ou cation caractéristique de l'EMN est analysé.</p> <p>C : paramètre à rechercher si l'eau fait l'objet d'un traitement à l'air enrichi en ozone.</p> <p>D : la mesure n'est réalisée que lorsque de tels produits sont utilisés.</p> <p>E : paramètre à rechercher si l'eau est utilisée en cure de boisson.</p> <p>F : paramètre à rechercher si l'eau a fait l'objet d'un traitement de chloration.</p>				

Annexe VI : Formulaire CERFA 11139*03 (CNAM)



11139*03

Cure thermale

Questionnaire de prise en charge

à adresser à votre
organisme d'affiliation

l'assuré(e) et le bénéficiaire de la cure thermale

● l'assuré(e)

n° d'immatriculation date de naissance

nom-prénom (suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

adresse

code postal commune

s'agit-il d'un accident causé par un tiers ? oui non date

● le bénéficiaire de la cure (s'il n'est pas l'assuré)

nom

prénom Date de naissance

le prescripteur

je, soussigné (e), certifie que
est atteint(e) d'une affection justifiant une cure thermale dans l'orientation thérapeutique indiquée

l'état de santé du patient nécessite un traitement thermal annexe (seconde orientation) oui non

ORIENTATIONS THERAPEUTIQUES

Rhumatologie	RH	Phlébologie	PHL
Voies respiratoires	VR	Affections psychosomatiques	PSY
Affections digestives et maladies métaboliques	AD	Troubles du développement chez l'enfant	TDE
Gynécologie	GYN	Neurologie	NEU
Dermatologie	DER	Maladies cardio-artérielles	MCA
Affections des muqueuses bucco-linguales	AMB	Affections urinaires et maladies métaboliques	AU

1ere orientation 2eme orientation

Station prescrite

Etablissement

Année de réalisation de la cure

● Mentions spéciales - La cure est-elle prescrite :

- Dans le cadre d'une hospitalisation ? oui non
- D'un placement en maison d'enfants à caractère sanitaire (MECS)? oui non
- Dans le cadre d'une Affection Longue Durée exonérante? oui non
- En rapport avec un accident du travail ou d'une maladie professionnelle ? oui non
si oui, numéro de l'AT/MP et/ou date de l'AT
- En rapport avec l'affection pour laquelle le patient est pensionné de guerre ? oui non

j'atteste l'absence de toute contre-indication liée à l'état général du malade connue à ce jour

signature de
l'assuré(e)

signature du
médecin

date
cachet du médecin

Conformément au Règlement européen n°2016/679/UE du 27 avril 2016, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant auprès du Directeur de votre organisme d'assurance maladie ou de son Délégué à la Protection des Données. Pour en savoir plus, rendez-vous sur la page protection des données du site www.ameli.fr. En cas de difficultés dans l'application de ces droits, vous pouvez introduire une réclamation auprès de la Commission nationale Informatique et Libertés.

S3185c



11139*03

Cure thermale

déclaration de ressources

Nous vous invitons à remplir également ce second imprimé et à le retourner à votre organisme d'assurance maladie.

En effet, vos ressources vous permettent peut-être de bénéficier de prestations supplémentaires telles que le remboursement d'une partie ou de la totalité de vos frais de transport et d'hébergement, ou encore d'indemnités journalières pendant votre cure thermale.

Pour que nous puissions en faire l'étude, merci de compléter le formulaire ci-dessous et de nous fournir les pièces justificatives demandées.

Si ce formulaire n'est pas complété, nous considérerons que vous ne formulez pas de demande de prestation supplémentaire. Si vous avez déjà déterminé que vos ressources sont supérieures aux plafonds indiqués sur le site internet de l'Assurance Maladie www.ameli.fr et que votre situation n'ouvre pas droit aux prestations supplémentaires, l'envoi des justificatifs de vos ressources est facultatif.

L'assuré et le bénéficiaire de la cure

● l'assuré(e)

n° d'immatriculation		date de naissance	
nom-prénom (suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)			
adresse			
code postal		commune	

● le bénéficiaire de la cure (s'il n'est pas l'assuré)

nom	
prénom	date de naissance

● l'identité des personnes vivant au foyer

leur nom	leur prénom	vos liens de parenté	date de naissance

ressources annuelles de votre foyer

Cochez les pièces justificatives fournies :

Les derniers avis d'impositions de tous les membres du foyer (celui de l'assuré, de son conjoint ou de la personne vivant maritalement avec lui, des enfants à charge, des ascendants ou des personnes qui vivent au foyer et qui sont, au moins partiellement à charge.)

Le décompte annuel des prestations sociales versées l'année dernière par votre CAF (RSA, APL etc...).

Indiquez également votre N° d'allocataire CAF (facultatif)

J'atteste sur l'honneur que les documents fournis sont bien le reflet des ressources de mon foyer

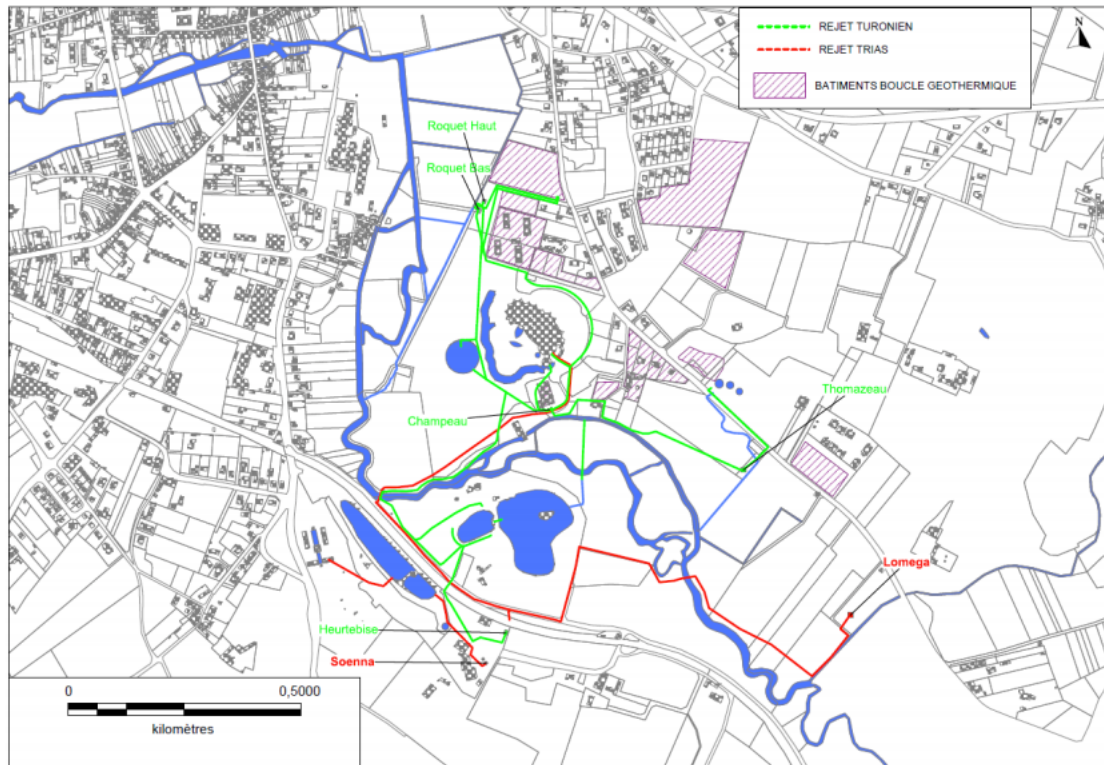
Fait à : le : signature de l'assuré(e)

● n'hésitez pas à nous contacter pour tout renseignement complémentaire

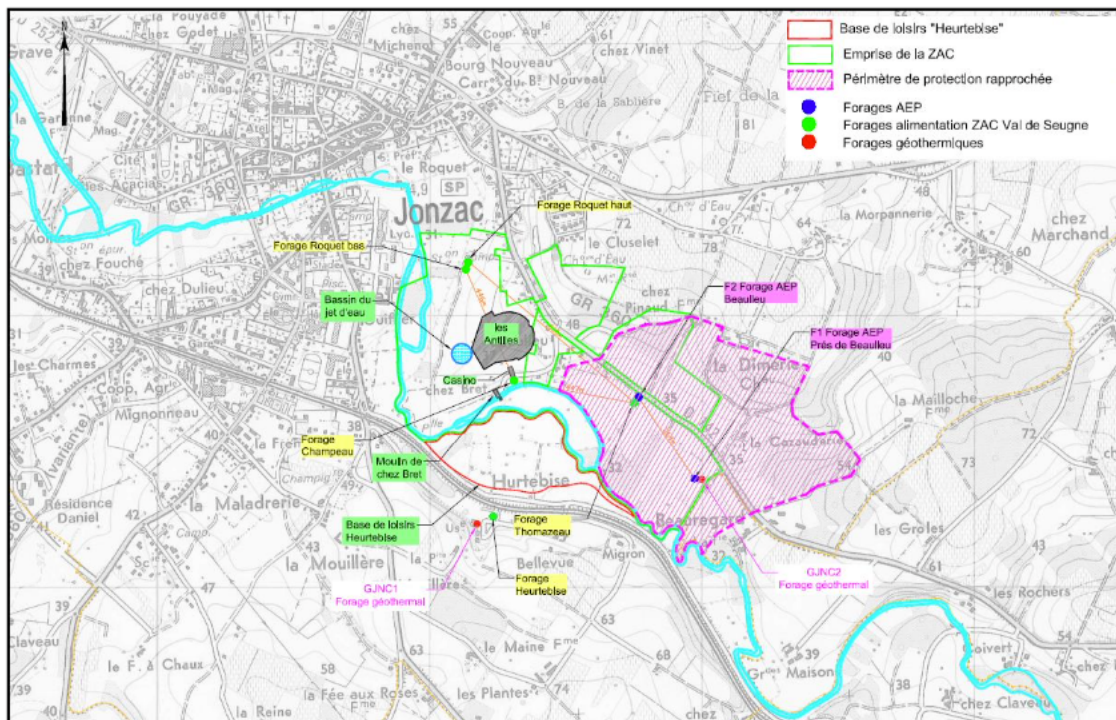
Conformément au Règlement européen n°2016/679/UE du 27 avril 2016, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant auprès du Directeur de votre organisme d'assurance maladie ou de son Délégué à la Protection des Données. Pour en savoir plus, rendez-vous sur la page protection des données du site www.ameli.fr. En cas de difficultés dans l'application de ces droits, vous pouvez introduire une réclamation auprès de la Commission nationale Informatique et Libertés.

S3185c

Annexe VII : Réseaux d'eau du Trias et du Turonien sur Jonzac (SEGI)



Annexe VIII : Localisation des périmètres de protection des captages de la ZAC du Val de Seugne (SEGI)



Titre :

L'EAU MINERALE NATURELLE DE JONZAC : « SOURCE » DE MULTIPLES APPLICATIONS ; De la géothermie au thermalisme en passant par les eaux de loisirs et de consommation

Résumé :

L'aventure géothermique et thermale de la ville de Jonzac commença en 1979 avec l'exploitation des eaux du Trias à des fins géothermiques initialement, avant de découvrir les propriétés thérapeutiques de celle-ci.

Cette eau minérale naturelle sulfurée, sulfatée, chlorurée sodique a permis l'octroi de l'agrément en rhumatologie (1985), dans le traitement des voies respiratoires (1991) et en phlébologie (2004) pour les thermes de Jonzac, avant d'être déclinée en une gamme de dermo-cosmétiques par le laboratoire Léa Nature en 2011.

Soucieuse de la valorisation de ses ressources en eau, la ville décida de continuer d'exploiter le potentiel géothermique de celle-ci pour donner naissance au centre aqualudique des « Antilles de Jonzac », véritable phare apportant une visibilité régionale à la ville avec près de 500 000 visiteurs par an.

Pour finir, un autre aquifère est exploité à Jonzac, celui du Cénomaniens, fournissant à la fois une source d'eau potable pour les habitants mais aussi un nouvel agrément en tant qu'eau minérale naturelle. Cet agrément, associé à la nature exempte de pesticides et pauvre en nitrates de l'eau, ouvre la voie à un possible embouteillage et à une commercialisation au niveau national.

La ville de Jonzac, pionnière dans la valorisation de l'eau sous toutes ses formes, devra donc se prémunir des problèmes inhérents à celle-ci, à savoir les conflits d'usage et l'impact environnemental entraînés par une telle exploitation.

Mots clés : eau minérale naturelle, eau thermale, géothermie, thermalisme, cosmétique, Jonzac

Title :

JONZAC NATURAL MINERAL WATER: "SOURCE" OF MULTIPLE APPLICATIONS ; From geothermal energy to hydrotherapy, including recreational and drinking waters

Abstract :

The geothermal and thermal adventure of the town of Jonzac began in 1979 with the exploitation of Triassic waters for geothermal purposes initially, before discovering its therapeutic properties.

This sulphurous, sulphated, sodium chloride natural mineral water allowed the granting of accreditation in rheumatology (1985), in the treatment of the respiratory tract (1991) and in phlebology (2004) for the thermal baths of Jonzac, before being available in a range of dermo-cosmetics by the Léa Nature laboratory in 2011.

Concerned about the development of its water resources, the city decided to continue to exploit the geothermal potential of this one to give birth to the aqualudic center “Les Antilles de Jonzac”, true beacon bringing regional visibility to the city with nearly 500,000 visitors per year.

Finally, another aquifer is being exploited in Jonzac, that of the Cenomanian, providing both a source of drinking water for the inhabitants but also a new accreditation as natural mineral water. This approval, combined with the pesticide-free and nitrate-poor nature of the water, paves the way to possible bottling and marketing at the national level.

The town of Jonzac, a pioneer in the development of water in all its forms, will therefore have to guard against the problems inherent to it, namely the conflicts of use and the environmental impact caused by such exploitation.

Keywords : natural mineral water, thermal water, geothermal energy, hydrotherapy, cosmetics, Jonzac

Université de Bordeaux – U.F.R des Sciences Pharmaceutiques
146 Rue Léo Saignat
CS 61292
33076 Bordeaux Cedex