

Les nouvelles technologies au service de la médecine thermale pour les
douleurs chroniques : Crénomusic-care.

Mémoire du DIU Pratiques médicales en station thermale

Année 2025

Dr Luc Brun

PLAN :

Remerciements

Résumé

Introduction

Méthodologie

Résultats :

1. Phase de test préliminaire
2. Etude Crénomusic-care

Discussion

1. Le cadre de l'étude (station thermale de Balaruc les bains)
2. Effet additif de l'intervention musicale et de la médecine thermale
3. Effet additif de l'écoute subaquatique des interventions musicales en santé
4. L'expérimentation de Crénomusic-care dans la piscine d'eau thermale de Balaruc les bains

Conclusion

Bibliographie

Annexes :

1. Consentement éclairé
2. Droit à l'image
3. La Web App Music-Care®
4. Témoignages de curistes

Remerciements

A M. le Professeur Christian Hérisson, au Dr Hugues Desfour,
Je vous remercie pour votre aide dans la création de cette étude et votre participation tout au long de notre formation

A M Noël Canivenq, de la société Aquamusique, merci pour ton aide, pour ton enthousiasme dès le départ de l'aventure et pour ton implication dans la réalisation de cette expérience auprès des curistes de Balaruc le Bains. Merci pour ton invention, le « eau-parleur » avec laquelle nous aurons encore l'occasion de travailler



A M. Stéphane Guétin, directeur et fondateur de la société Music Care, qui depuis 2004 m'accompagne dans toutes les études et communications sur la place de la musique dans les soins. A M. Pierre Lecorre qui m'a motivé pour réaliser cette étude et mis à disposition les bandes en U utilisées ici. Au Dr Nadine Mackenzie pour son aide dans la méthodologie et la bibliographie

A Mme Nathalie Raffort, cadre de santé dans les thermes de Balaruc les bains, qui nous a ouvert les portes de l'établissement et mis à disposition l'infrastructure pour notre étude, participé au recrutement des sujets et aidé à la méthodologie. Merci à M. Paul François Houvion, directeur de l'établissement

A Mme Christelle Pommié qui m'a aidé pour la méthodologie et réalisé toute l'étude statistique de Crénomusic-care

Aux 22 curistes de Balaruc les Bains qui nous ont fait confiance

Au Centre Hospitalier de Narbonne qui m'a soutenu dans cette formation

Résumé :

Introduction : La médecine thermique, technique séculaire, est efficace pour traiter de nombreuses affections notamment les douleurs musculosquelettiques. Les technologies digitales et autres innovations émergentes occupent une place croissante dans l'arsenal de soins. Des publications récentes ont décrit l'impact des thérapies digitales (DTx) utilisant la musique sur la douleur et l'anxiété. La diffusion des sons puis de la musique en milieu subaquatique a été très étudiée sur le plan scientifique et pourrait avoir un intérêt en tant que technique complémentaire dans les soins. Il existe des hauts parleurs destinés à la transmission de la musique en milieu aquatique.

Objectif : Etudier la faisabilité et l'effet de l'écoute musicale subaquatique (écoute tympanique et rétrotympanique) au cours d'une cure thermique chez des patients souffrant de douleurs chroniques.

Méthode : Etude observationnelle prospective monocentrique de patients volontaires au cours d'une cure thermique à orientation rhumatologique (établissement thermal de Balaruc les Bains). Chaque patient bénéficie d'une ou plusieurs séances appelées « Crénomusic-care ». Le sujet est immergé dans la piscine thermique, en position allongée avec immersion du corps et des oreilles pour une écoute tympanique et également rétrotympanique (par la transmission du rocher). L'application Music Care© (écoute musicale selon la technique en « U » d'une durée de 20 minutes), est utilisée pour la relaxation musicale et diffusée en subaquatique par le système Aquamusique© (4 haut-parleurs étanches immergés dans la piscine d'eau thermique). Le critère principal de l'étude est l'évaluation du niveau de douleur, mesuré avant et après la séance par une échelle numérique (EN 0 à 10). Le critère secondaire est le niveau d'anxiété (EN) mesuré avant et après la séance. L'analyse statistique utilise les tests des rangs signés de Wilcoxon.

Résultats : 22 patients (dont 17 femmes), d'âge moyen 64.6 ans, ont participé à l'étude. Le nombre de séances a varié de 1 à 3 par patient en fonction de leur disponibilité. Plus de la moitié des patients étaient en première semaine de cure (59.1%) et 54.6% ont bénéficié de 3 séances. La moitié des patients souffrait de douleurs lombaires. Dès la première séance, une réduction significative du niveau de douleur a été observée, passant de 3.8 ± 2.3 avant la séance à 1.4 ± 1.9 après la séance, correspondant à une baisse de 64% ($p=0.0014$). Une baisse plus importante a été observée au fur et à mesure des séances (71% et 90%, respectivement). Des résultats similaires ont été démontrés sur le niveau d'anxiété avec une baisse de 58% lors de la première séance (-1.6 ± 2.0 , $p=0.0005$).

Conclusion : Nous avons démontré la faisabilité de l'écoute subaquatique d'une séquence de relaxation musicale au cours d'une cure thermique chez des patients souffrant de douleurs chroniques. La douleur et l'anxiété semblent diminuer à l'issue de chaque séance. Il sera nécessaire de conforter les résultats encourageants de cette étude pilote par une étude contrôlée, randomisée sur un plus grand nombre de sujets.

Introduction :

La médecine thermique est une technique médicale de soin non médicamenteux séculaire qui est régulée en France depuis le 18^e siècle (Académie Royale de médecine puis Académie Nationale de Médecine). Il existe 12 orientations thérapeutiques et récemment des études contrôlées ont montré son efficacité pour améliorer de nombreuses pathologies chroniques et la qualité de vie à long terme des patients traités ^{i, ii, iii}.

Le soin par la musique remonte probablement à l'origine de l'humanité tant la musique est ancrée dans les civilisations et accompagne l'être humain tout au long de sa vie (même avant sa naissance dans la vie intra utérine). Les propriétés de la musique ont conduit les spécialités médicales à utiliser l'écoute musicale dans des disciplines très diverses : traitement de la douleur, des syndromes anxieux et dépressifs, des maladies neurologiques et pour de nombreux troubles fonctionnels (sommeil, asthénie, hyperactivité...) ^{iv, v, vi, vii}. La société Music-Care a développé une solution numérique qui permet l'écoute musicale selon des modalités standardisées et selon les goûts musicaux des patients. Des études randomisées ont montré son efficacité pour améliorer les symptômes des pathologies rhumatologiques, neurologiques et dans le traitement de la douleur ^{viii, ix}. Une étude dans les thermes d'Allevard publiée en 2011 a étudié les effets d'une séance hebdomadaire de Music-Care[®] lors d'une cure thermique chez les patients souffrant de fibromyalgie^x. Une diminution de la douleur à chaque séance a été notée et on a même assisté à un effet de potentialisation au fur et à mesure des séances. Les mêmes résultats ont été observés sur l'anxiété.

La musique s'écoute généralement par voie aérienne mais la propagation des sons dans l'eau permet d'écouter la musique en immersion par le tympan mais également par le rocher pour une écoute rétro tympanique (activation directe de la cochlée). C'est ainsi que depuis 1992 une poignée de pionniers en la matière a créé un système de diffusion de la musique en milieu aquatique. Le concept de « massage musical » est né de l'observation des propriétés de la musique sur l'être humain lorsqu'il est soumis à une écoute musicale subaquatique tympanique mais également corporelle. Un amplificateur transmet la musique dans un bassin à l'aide d'une série de hauts parleurs conçus spécifiquement à cet effet. M Noel Canivenq (société Aquamusique[®]) a défini le concept d'écoute « tympano amniotique » pour décrire les effets sur le cerveau humain de cette écoute musicale subaquatique ^{xi, xii}. Dans le cadre de ce travail nous retiendrons le terme d'écoute « rétro tympanique ».

L'objet de cette étude est de montrer la faisabilité de l'écoute subaquatique d'une séquence de relaxation musicale avec la solution Music-Care[®] au cours d'une cure thermique. Nous avons ainsi appelé cette étude « Crénomusic-care ». Nous observerons également les effets sur la douleur et l'anxiété.

Méthodologie :

Design de l'étude : étude observationnelle prospective monocentrique

Lieu de l'étude : établissement thermal de Balaruc les Bains

Description de la population : Nous étudions des sujets admis dans l'établissement pour une cure thermale à orientation rhumatologique. Le nombre de sujets doit être supérieur à 20 pour réaliser les calculs statistiques. La douleur doit être présente (Echelle Numérique ≥ 3) pour pouvoir montrer une différence cliniquement pertinente. Après consentement éclairé sur les modalités le curiste se déclare volontaire et accepte l'utilisation de ses données anonymisées. Il accepte la baignade en piscine selon le règlement de l'établissement.

Procédure interventionnelle : L'eau de la piscine est de l'eau thermale à température de 32° ce qui permet un bain de 20 minutes dans de bonnes conditions de confort.

Nous proposons des séances de groupes en simultané.

Le sujet est interviewé par un investigateur pour recueil des données administratives et médicales: c'est la partie 1 du recueil des données. On vérifie avec lui ses goûts musicaux pour les rendre compatibles avec le choix des séances de Music Care® qui seront utilisées pour les séances (cf annexe 3)

Il est ensuite immergé dans la piscine thermale (profondeur 1 m 30 ; température 32°C) : position allongée avec immersion des oreilles flottabilité avec objet flottant (« frite »). L'objectif est d'avoir la décontraction la plus intense possible pour accompagner la séance. Immersion du corps et des oreilles pour une écoute tympanique et rétrotympanique. Le patient est laissé libre de flotter à sa guise pour profiter de sa séance sans stimulation autre. Il lui est recommandé de fermer les yeux.

Le système de diffusion aquatique de la musique utilise 2 hauts parleurs de 50 W coquillage et 2 hauts parleurs 70 W AquAirmusic avec amplificateur dédié avec D.S.P (Digital Sound Processing). Les 4 hauts parleurs étanches Aquamusique® (cf photo 1) sont installés dans la piscine ce qui permet une diffusion dans l'eau des séances musicales préalablement choisies. Un investigateur est présent dans la piscine pour observer les réactions des sujets et les sécuriser. Autant que possible il n'y a pas de contact physique avec l'investigateur.

La durée de la séance crénomusic-care est de 20mn.

Ensuite le curiste sort de la piscine et on recueille la partie 2 des données.

Un même sujet peut participer à plusieurs séances consécutives, il pourra ainsi être son propre témoin sur plusieurs séances.

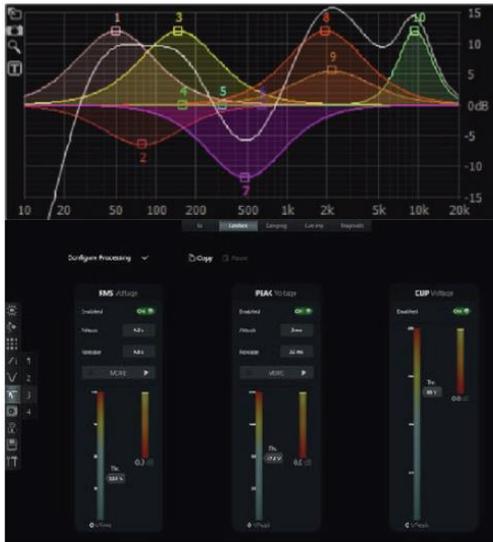


Photo 1. Le système Aquamusique utilisé pour Crénomusic-Care

Paramètres analysés :

Partie 1 (avant la séance) :

Accord du patient signé : consentement éclairé et droit à l'image

Données démographiques

Antécédents, traitements, protocoles de soins associés dans la cure, indication de la cure.

A quelle semaine de cure êtes vous ?

Avez-vous déjà expérimenté Music Care®?

Ecoutez-vous régulièrement de la musique ?

Pratiquez-vous un instrument ?

Utilisez-vous la musique pour vous relaxer ou vous stimuler ?

Avez-vous des douleurs ? si oui où ?

Echelle numérique de la douleur avant: de 0 (pas de douleur du tout) à 10 (la douleur la plus atroce imaginable)

Avez-vous des difficultés pour vous détendre ? Oui Non

Echelle d'anxiété avant sur une échelle numérique : de 0 (pas d'anxiété du tout et parfaitement détendu) à 10 (la tension psychique la plus intense imaginable)

Nom de la séance Music Care® utilisée.

Partie 2 (après la séance)

Echelle numérique de douleur après : de 0 à 10

Echelle numérique d'anxiété après : de 0 à 10

Satisfaction de la séance avec échelle de Lickert :

Pas satisfait ; moyennement satisfait ; satisfait ; très satisfait

Recommanderiez-vous ce soin à votre entourage ? Oui Non.

Observations réalisées lors de la séance par l'investigateur

Remarques libres du curiste

Etude statistique :

Critère de jugement principal : diminution de la douleur entre avant et après la séance.

Critères de jugement secondaires : diminution de l'anxiété, satisfaction de la séance.

Le critère principal de l'étude est l'évaluation du niveau de douleur, mesuré avant et après la séance par une échelle numérique (EN 0 à 10). Le critère secondaire est le niveau d'anxiété (EN) mesuré avant et après la séance. L'analyse statistique utilise les tests des rangs signés de Wilcoxon.

Pour les sujets qui effectuent plusieurs séances consécutives : afin d'évaluer l'évolution de la douleur et de l'anxiété au cours de la 1ère séance et des séances suivantes, un modèle à effets mixtes pour mesures répétées (MMRM) est utilisé. Le MMRM permet de donner des estimations peu biaisées en présence de certains types de données manquantes (MCAR, MAR) et tient compte de la corrélation intra-patient. Les moyennes des niveaux de douleur et d'anxiété ainsi que leurs intervalles de confiance sont estimés sur l'ensemble de la population à partir du modèle avec comme effet fixe les séances.

Afin d'évaluer l'impact des multiples séances sur l'évolution de la douleur et de l'anxiété, l'évènement « séance » a été considéré comme effet fixe. En effet, en mettant l'évènement en effet fixe, il sera possible d'estimer si le score à baseline en 1ère séance est différent de celui à l'initiation de la 2ème séance, ce qui revient à analyser la significativité de l'intercept du MMRM. Par la suite, il sera estimé si la pente au cours de la 1ère séance et des séances suivantes est statistiquement différente de 0 (c'est-à-dire qu'il existe une évolution des niveaux de douleur et d'anxiété au cours du temps).

Plusieurs structures de matrices de variance-covariance ont été testées (absence de structure, symétrie composée, auto-régressive d'ordre 1) afin de déterminer le modèle le plus adéquat, en choisissant celui qui minimisait les 2 critères : AIC (Akaike's information criterion) et BIC (Bayesian information criterion). L'absence de structure a été choisie comme étant la plus appropriée.

RESULTATS

1. La Phase de test préliminaire

Une première séance test a été réalisée le 8 mars 2025 dans la piscine d'eau thermale de Balaruc les bains avec 8 sujets test : 2 séances de 20 minutes consécutives

50% connaissait déjà Music Care®

100% écoutent régulièrement de la musique

62.5 % Utilisent la musique pour se relaxer ou se stimuler

3 personnes (37%) pratiquent un instrument

1 seule personne déclare ne pas avoir de douleurs et 50% ont des difficultés pour se détendre.

EN douleur avant la séance : moyenne=4/10

EN douleur après la séance : moyenne=0.6/10

EN anxiété avant : moyenne=2.25/10

EN anxiété après : moyenne=0.12/10

7 sujets sont très satisfaits, un est satisfait et 100% recommanderait la pratique de crénomusic-care à son entourage.

Remarques des sujets de la phase test:

Eviter les morceaux avec paroles car on sort de la relaxation

« Bien être, atténuation des douleurs »

Attention au dosage des basses (3 personnes)

Attention à la dérive dans la piscine (collision des sujets entre eux)

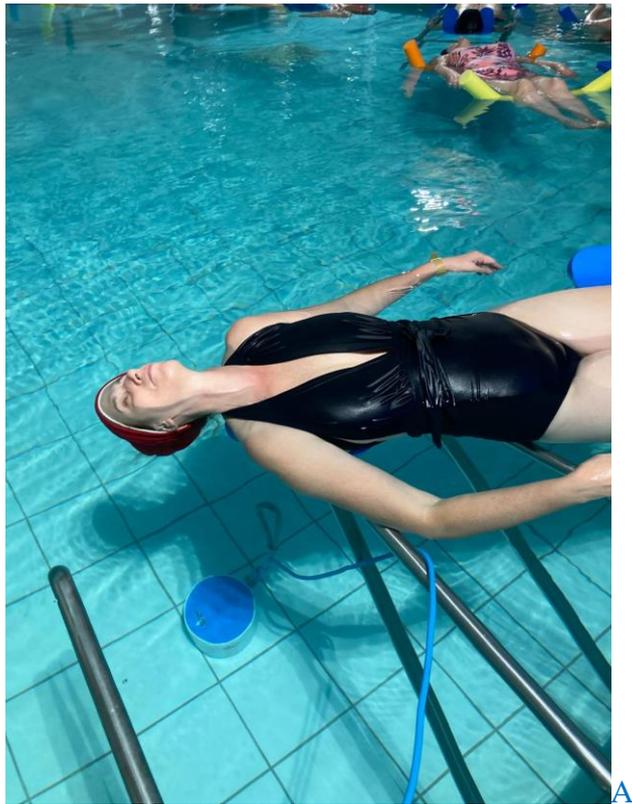
« J'avais l'impression de voler »

« Sensation aquatique comme dans le liquide amniotique »,

« comme dans le ventre de sa mère »

Cette étude préliminaire nous a permis de réaliser les bons réglages pour les séances collectives (*cf photos 2A et 2B*):

- Placement des haut-parleurs dans le bassin
- Positionnement des sujets dans l'eau et aides à la flottabilité (frites, planche en mousse, gilet gonflable...)



A

Photo 2. Le positionnement du sujet dans la piscine d'eau thermale de Balaruc (2A et 2B). La présence d'un soignant dans la piscine sécurise les participants.

Les hauts parleurs Aquamusique® en immersion (2A)



B

2. L'étude Crénomusic-care : les résultats

22 curistes ont participé à l'étude : 17 femmes et 5 hommes. L'âge moyen est de 64.6 ans.

Le nombre de séances a varié de 1 à 3 par personne : 12 sujets ont réalisé 3 séances consécutives (54.6%), 4 ont fait 2 séances et 6 ont fait une seule séance. Ces variations de nombre de séance par sujet ont été liées à la disponibilité des curistes sur les jours et les horaires proposés.

Plus de la moitié des patients étaient en première semaine de cure (59.1%). 6 curistes étaient à leur deuxième semaine et 3 à leur troisième semaine. La moitié des curistes avait la double orientation rhumatologie et phlébologie.

Les antécédents : (cf tableau 1)

8 curistes souffrent de lombalgies chroniques (36.3%), 6 d'arthrose de localisation multiple (27.2%), 9 de douleurs post chirurgicale (40.9%) : 3 arthrodèses lombaires, 1 prothèse de hanche, 3 cancers et une fracture.

Autres antécédents notables : la fibromyalgie, l'insomnie chronique, la migraine, l'ostéoporose fracturaire, les rhumatismes inflammatoires (PPR et SPA), la myélopathie cervicarthrosique, la dystonie sévère.

ATCD	N=	pourcentage
Arthrose	6	27.2
Lombalgie ou sciatalgie chronique	8	36,3
Douleur post chirurgicale chronique	9	40,9
fibromyalgie	1	4,5
Insomnie chronique	1	4,5
migraine	1	4,5
Ostéoporose fracturaire	2	9
Rhumatisme inflammatoire	2	9
Myélopathie cervicarthrosique	2	9
Dystonie sévère membre supérieur	1	4,5
dépression	2	9

Tableau 1. Les antécédents des curistes

Les traitements : (cf tableau 2)

5 curistes prennent du paracétamol et 2 des AINS.

Une curiste est sous immunosuppresseur pour une SPA et sous morphiniques forts (oxycodone 10 à 40 mg par jour)

2 curistes sont sous antidépresseur et un sous Rivotril. Une curiste est en cours d'hormonothérapie pour cancer gynécologique.

Traitements	N=	pourcentage
paracetamol	5	22,7
AINS	2	9
Morphiniques forts	1	4.5
Antidépresseurs	2	9
rivotril	1	4,5
hormonothérapie	1	4,5

Tableau 2. Les traitements des sujets

2 curistes connaissaient déjà l'application music care pour avoir participé à la phase test préliminaire en mars 2025. Tous les autres n'avaient jamais fait de musicothérapie. La majorité écoute régulièrement de la musique pour se relaxer ou se stimuler (90.9%). Seulement 2 pratiquent un instrument de musique (9%).

La douleur avant l'intervention : (cf tableau 3)

Une curiste déclare ne pas avoir de douleur avant de débiter l'étude mais a souhaité participer pour l'action sur l'anxiété.

Les douleurs avant la première séance concernent :

Le rachis lombaire : n=15 (68.1%)

Le rachis cervical : n=7 (31.8%)

Le rachis dorsal : n=8 (36.4%)

Le membre inférieur : n=14 (63.6%)

Le membre supérieur : n=11 (50%).

Avant les séances, le score moyen de douleur sur l'échelle numérique (de 0 à 10) est significatif : 3,8 plus ou moins 2,6. 4 curistes ont une EN ≤ 3 avant la première séance (douleur faible) et 5 curistes ont une douleur élevée avec EN ≥ 7 .

Siège de la douleur	N=	pourcentage
Rachis lombaire	15	68,1
Membre inférieur	14	63,6
Membre supérieur	11	50
Rachis dorsal	8	36,4
Rachis cervical	7	31,8

Tableau 3. Le siège de la douleur avant l'intervention

L'anxiété avant l'intervention :

L'anxiété est un paramètre d'étude secondaire, il est souvent associé à la douleur chronique et sa prise en compte est importante dans un traitement global. 13 curistes déclarent avoir des difficultés pour se détendre (59%). L'échelle numérique d'anxiété moyenne avant la première intervention est à est à 2,8 plus ou moins 2,4.

Les séances Music Care® écoutées :

La première séance collective a concerné 12 sujets pour la séance Lullaby

La seconde a concerné 18 sujets pour la séance Keneya

La troisième a concerné 20 sujets pour la séance Kanou.

Toutes les séances ont duré 20 minutes.

La comparaison avant et après les séances : (cf figures 1 et 2)

Dès la première séance, une réduction significative du niveau de douleur a été observée, passant de 3.8 ± 2.3 avant la séance à 1.4 ± 1.9 après la séance, correspondant à une baisse de 64% ($p=0.0014$). Une baisse plus importante a été observée au fur et à mesure des séances (71% et 90%, respectivement). De plus les scores de douleur avant la séance baissent au cours des séances successives.

Des résultats similaires ont été démontrés sur le niveau d'anxiété avec une baisse de 58% lors de la première séance (-1.6 ± 2.0 , $p=0.0005$).

Le modèle à effets mixtes pour mesures répétées a montré une évolution significative du niveau de douleur au cours des séances ($p=0.0219$). Un résultat similaire a été observé sur l'anxiété ($p=0.0382$). Ainsi, Le niveau de douleur et d'anxiété des patients semble diminuer au fur et à mesure des séances.

Note : Pour l'anxiété lors de la séance 2 et 3 il n'a pas été mis en évidence de différence significative malgré ce que l'on peut voir sur le graphique (figure 2). En effet, le graphique représente les moyennes alors que le test est fait sur les médianes car on a peu de patients. Les médianes sont égales, d'où un $p>0.05$.

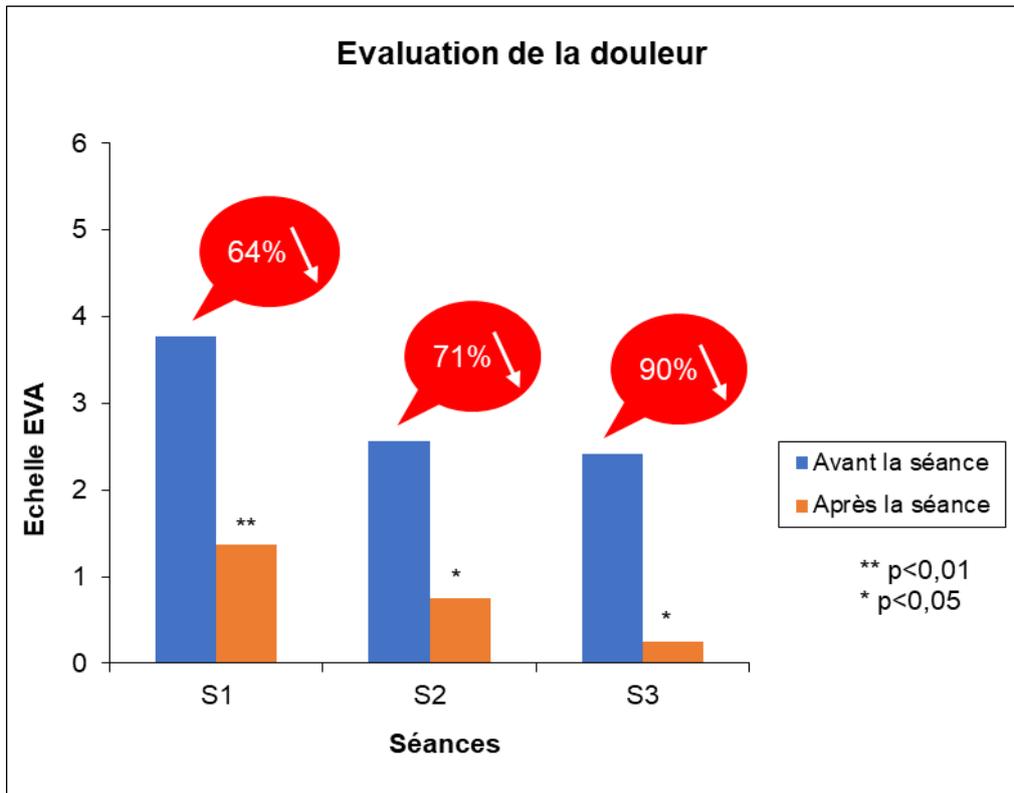


Fig.1 Scores de douleur (EN 0 à 10) avant et après les séances S1= séance 1 (Lullaby), S2= séance 2 (Keneya) , S3= séance 3 (Kanou)

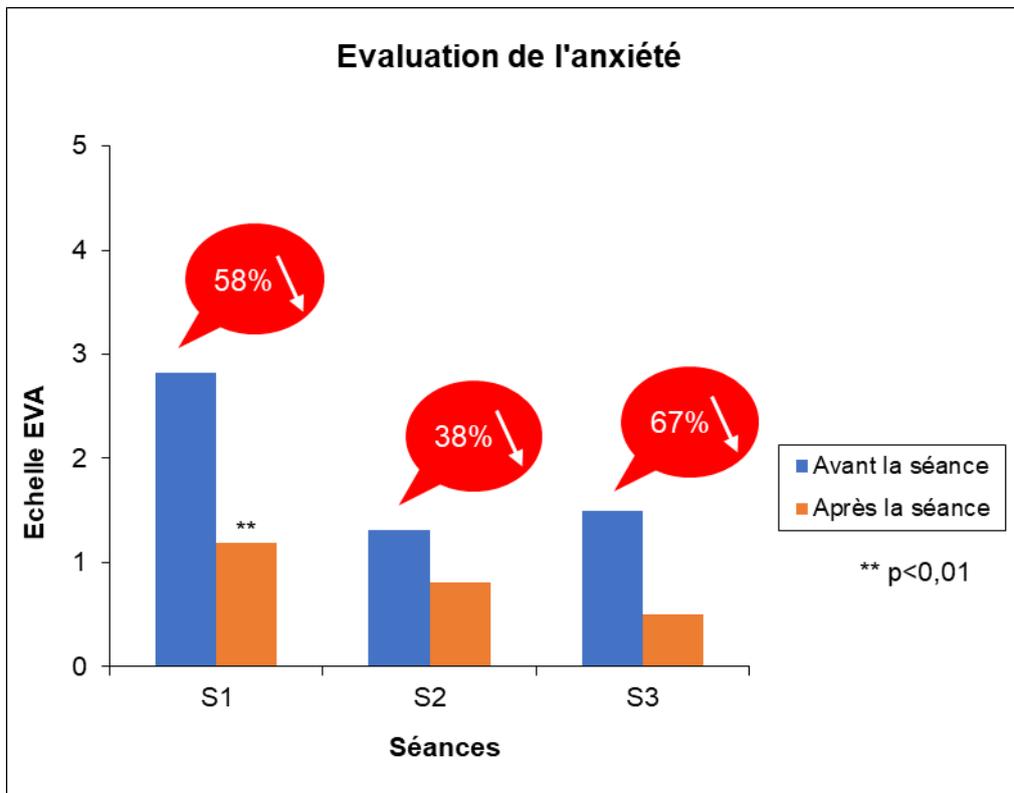


Fig.2 Scores d'anxiété EN 0 à 10 avant et après chaque séance. La baisse est significative pour la première séance mais pas pour les séances 2 et 3.

Score de satisfaction :

La plupart des curistes sont satisfait ou très satisfaits de la technique : (cf tableau 4.)

Score de satisfaction	N=	pourcentage
insatisfait	1	4,5
Moyennement satisfait	1	4,5
satisfait	4	18,2
Très satisfait	15	68,2
Ne se prononce pas	1	4,5

Tableau 4 : score de satisfaction

La majorité (95,4%) recommande ce traitement à son entourage s'il devait faire une cure thermale à orientation rhumatologique.

Les difficultés rencontrées :

La bonne position, confortable, avec bonne immersion du corps et de la tête est indispensable à trouver. Certains curistes ont mis du temps pour trouver cette flottabilité optimale. 6 curistes ont décrit des cervicalgies liées à la position en extension cervicale.

Le contact entre les curistes lors de séances communes : certains curistes ont été gênés de la dérive occasionnée par les mouvements de l'eau. Parfois ils entraînent en contact avec d'autres curistes mais un seul s'est plaint de ce désagrément. Nous avons solutionné le problème en grande partie en interrompant le système de filtration pendant la séance. Cela a permis également de diminuer les bruits parasites des buses en activité.

La diffusion des sons dans l'eau : 2 curistes ont été dérangés par les basses : 1 curiste (différent) à chaque séance. Dérangé par les aigus : 1 curiste à la séance 1.

Dérangé par le volume sonore : 1 curiste séance 2 ; 4 curistes à la séance 3

Dérangé par les percussions : 3 curistes à la séance 2 ; 1 curiste séance 3

Le choix musical et les séances collectives : le système Music Care n'a pas été utilisé selon les recommandations classiques et notamment pour le choix selon les goûts musicaux des sujets. En effet étant donné que le design de l'étude était contraint à réaliser des séances collectives nous n'avons pas pu respecter le choix individuel des séances.

Une curiste s'est plaint d'irritation du conduit auditif externe et a dû aller consulter à l'issue de la première séance. Cependant elle a souhaité poursuivre l'étude devant l'efficacité sur les douleurs dès la première séance. Nous l'avons autorisée à poursuivre avec un traitement local

et des consignes de rinçage à l'eau du réseau des conduits auditifs externes ont été données à tous les sujets.

Lors de la dernière session, une curiste a eu une aggravation des douleurs dentaires préexistantes. Elle a cependant poursuivi jusqu'à la fin.

Verbatim des sujets crénomusic-care :

Je n'ai pas eu besoin de prendre de la morphine. Je me suis sentie hypnotisée.

J'ai eu l'impression de flotter en m'endormant après la seconde séance.

C'est le nirvana. La nuit a été plus longue que d'habitude. Le cerveau n'est plus focalisé sur la douleur. J'ai une sensation de voler, d'être hors de mon corps. Impression de rien, quel soulagement.

J'ai voyagé, j'ai été transporté en Afrique au bout du monde avec les animaux en Tanzanie, au milieu des zèbres et des girafes... C'est le meilleur soin de toute la cure thermale (2^e semaine de cure)

Impression de voler d'être un oiseau, d'être dans les airs, de planer

Sensation d'apnée sous-marine, d'être en plongée

J'ai eu l'impression de m'endormir, j'avais envie de me retourner sur le côté et de prendre ma couette, alors je me suis souvenue que j'étais dans l'eau...

J'ai passé une bonne nuit, aucune douleur au réveil

Cette nuit je n'ai pas eu besoin de somnifère pour dormir.

J'ai passé une bonne nuit, je me suis endormi sans difficulté alors que d'habitude...

Moins de raideur ce matin au réveil

Parfois des notes sous l'eau font une vibration agréable dans toute la colonne vertébrale

Deux patientes rapportent une reviviscence de l'expérience quand elles ont fait des séances de sonothérapie à sec après la première séance de crénomusic-care.

DISCUSSION :

1. Le cadre de l'étude : La station thermale de Balaruc les bains

A tout seigneur tout honneur, commençons par décrire la station thermale de Balaruc les bains qui nous accueillis pour cette expérience inédite.

Pindare, poète grec (518-438 AV JC) attribue à Athéna le jaillissement des eaux thermales de Balaruc, afin de permettre à Héraclès de se ressourcer avant d'aller chercher les taureaux de Géryon et ramener les pommes d'or du jardin des Hespérides. Héraclès serait-il le premier curiste de Balaruc les bains ?

Au XI siècle, l'école de médecine de Montpellier s'appuie sur les soins avec les eaux thermales pour sa fondation, son développement, et son rayonnement dans le nouveau monde de la médecine. C'est à un de ses étudiants, en 1579 que l'on doit une monographie sur les eaux et les indications thérapeutiques de Balaruc Les Bains : le docteur Nicolas Dortoman (Successeur d'Antoine Saporta à la Faculté de médecine de Montpellier (1574), médecin ordinaire de Charles IX, premier médecin d'Henri IV, et professeur à l'université de Montpellier)^{xiii}.

Avec environ 55000 curistes par an, Balaruc est la première station thermale de France.

L'Age moyen du curiste est de 69 ans. 37 % d'hommes pour 63% de femmes. Les orientations labellisées sont la rhumatologie et la phlébologie.

Captée entre 120 et 404 m de profondeur à une température naturelle comprise entre 37°C et 49°C, elle est l'une des eaux thermales les plus chaudes et les plus minéralisées du Languedoc. Son eau daterait de 100000 ans et est issue des causes d'Aumelas et du massif de la Gardiole à 2000 m sous terre.

Les eaux de Balaruc les bains ont des propriétés antalgiques, anti-inflammatoires, sédatives, anxiolytiques et reconstituantes. Elles proviennent de sources profondes, riche en bicarbonate et en oligo-éléments, milieu marin originel.

L'eau thermale est richement minéralisée (11g/l): chlorurée, sodique, calcique, sulfatée, magnésienne.

Cation	Concentration (mg/l)
Calcium	560
Magnesium	380
Sodium	3700
Fer	0.10
Manganèse	0.042
Aluminium	0.02
Arsenic	0.005
Lithium	0.18
Strontium	4.2

Tableau 5. Concentration des cations de l'eau thermale de Balaruc les Bains

Anions	Concentration (mg/l)
Bicarbonate	500
Chlorure	6800
Sulfate	900
Fluor	0.35
Brome	0.7

Tableau 6. Concentration des anions de l'eau thermale de Balaruc les Bains

Parmi les infrastructures l'établissement de Balaruc les bains dispose d'une piscine d'eau thermale entre 32 et 33°C qui est utilisée pour notre étude (*cf photo 3*).



Photo 3. La piscine d'eau thermale de Balaruc les Bains (étude Crénomusic-care)

L'établissement de Balaruc les bains est le lieu de nombreuses études sur thermalisme. Les sujets actuels portent sur la recherche sur les cyanobactéries et les micro algues des eaux thermales et leur propriétés thérapeutiques.

Le cadre de notre étude est probablement constitutif d'un biais sur l'efficacité des résultats. En effet, les curistes sont habitués à la piscine d'eau thermale et les soins prodigués sont générateurs de confort et d'analgésie. L'environnement et la présence des agents thermaux sont également rassurants et participent possiblement à la diminution de l'anxiété.

2. Effet additif de l'intervention musicale et de la médecine thermale

2.1 Ecoute musicale et soins

La musique est connue depuis l'antiquité pour soulager les douleurs et d'autres symptômes désagréables. À la fin du 19^e siècle, certains dentistes utilisant la musique diffusée par un phonographe ont constaté une diminution de l'intensité des douleurs, de l'anxiété, des plaintes et de la fréquence des nausées. En 1960, ces observations sont confirmées par Gardner qui publie une étude à grande échelle sur 5000 patients dans la revue « Science » démontrant que l'écoute musicale au cours d'une chirurgie dentaire aurait permis de réduire la douleur chez 90 % des patients^{xiv}. Depuis, des résultats similaires ont été reportés sur différents types de douleurs aiguës et chroniques^{xv}. Choisie en fonction de son caractère agréable pour le patient, la musique permettrait de réduire la sensation douloureuse globale^{xvi}.

La musicothérapie trouve peu à peu sa place comme technique complémentaire dans les activités médicales. Plus récemment on commence à comprendre grâce à l'imagerie cérébrale et aux études expérimentales et cliniques les mécanismes impliqués dans la relation « musique et douleur ». Les principaux modes d'action ont pu ainsi être identifiés : il s'agit des mêmes mécanismes sur lesquels reposent les différentes dimensions de la douleur^{xvii}.

- La composante sensorielle : en provoquant une contre stimulation des fibres afférentes se référant ainsi à la théorie du « Gate control » ;
- La composante cognitive : en détournant l'attention souvent en créant des images (rappel de situation, reconnaissance du timbre d'un instrument...) et en éloignant les pensées de la douleur ;
- La composante affective : en modifiant l'humeur associée à des états tels que la dépression ou l'anxiété et diminuant ainsi les tensions et les affects négatifs liés à ces états ;
- La composante comportementale en agissant sur l'hypertonie musculaire et la psychomotricité (besoin de danser ou bouger quand on entend une musique entraînante) ;
- Psycho-sociale en intervenant dans la réduction du phénomène douloureux chronique : la musique étant choisie en fonction des goûts personnels du patient, elle permet de répondre à la demande d'écoute individuelle (cf Figure 3)^{xviii}.

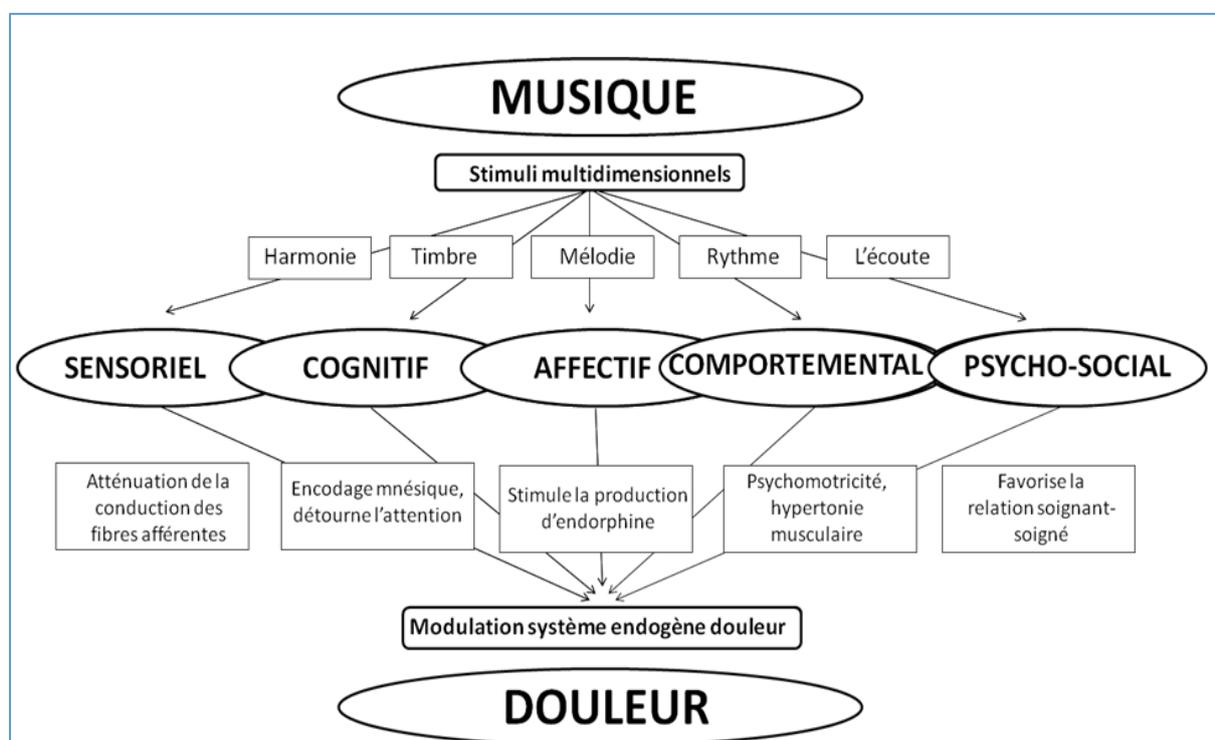


Figure 3. Principaux modes d'actions psychophysiologiques de la musicothérapie

2.2 Les paramètres-clé des séquences musicales thérapeutiques

Soulager la douleur : à quel tempo ?

Le tempo de la musique joue un rôle important dans sa synchronisation avec les fréquences cardiaque et respiratoire. La réduction du tempo est associée au calme et l'augmentation du tempo à la stimulation^{xix}. Le tempo lent, autour de 60 battements par minutes, amène les patients dans un état de relaxation et au contraire, le tempo rapide, autour de 180 battements par minutes les ramène à un état d'éveil.

Il a récemment été démontré que la musique a plus de chance de soulager la douleur lorsque son tempo s'harmonise à notre rythme (fréquence cardiaque) interne naturel^{xx}.

Comment s'accorder ?

L'accordage des instruments peut aussi jouer un rôle dans la santé. Selon les résultats d'études contrôlées récentes, l'accordage des instruments en 432 Hz serait plus efficace sur la réduction de l'anxiété que l'accordage à 440 Hz (standard de la musique actuelle) ^{xxi,xxii}. Les séquences proposées par le dispositif médical Music Care® intègrent ce nouvel accordage dans leur composition.

2.3 Les données de la littérature

Les effets de Music Care® ont été démontrés dans différentes situations cliniques afin de réduire l'anxiété et la douleur de personnes souffrant de pathologies variées.

Dans le cadre de douleurs chroniques, les résultats d'une étude contrôlée et randomisée montrent un impact sur la réduction l'intensité de la douleur (EVA) ($p < 0,001$) et particulièrement sur les consommations d'anxiolytiques et d'antidépresseurs. Cette étude a été réalisée chez 87 patients présentant : une lombalgie ($n=22$), une fibromyalgie ($n=22$), une pathologie inflammatoire ($n=22$) ou neurologique ($n=21$). Pendant l'hospitalisation, le groupe intervention ($n=44$) bénéficiait d'au moins deux intervention musicales via l'application numérique quotidiennes entre J0 et J10, associées à un traitement habituel et continuaient d'utiliser l'application à domicile jusqu'à J60. La proportion de patients consommant des anxiolytiques, dans le groupe musicothérapie, est ainsi passé de 90.9% à J0 à 42.9% à J60 (-5%). Dans le groupe contrôle, ces proportions sont respectivement de 79.1% à J0 et 66.7% à J60 (-16%) ^{viii}.

Une autre étude contrôlée et randomisée réalisée auprès de lombalgiques chroniques a permis de montrer que la proportion de patients améliorés augmente avec le nombre de séances. Ainsi 76% des patients se déclarent améliorés dès la première séance de

musicothérapie, 73% dès la seconde, 88% sont améliorés à la troisième et 94 % à la quatrième séance ^{xvi}.

Music Care® peut également être administré en milieu chirurgical ou dans l'accompagnement de procédures de soins désagréables ou douloureuses. Une étude randomisée sur 310 patients a été réalisée pour la chirurgie de la cataracte sous anesthésie locale ^{xxiii}. La réduction des épisodes hypertensifs peropératoires (témoins de l'anxiété et de la douleur procédurale) a été significative, puisque l'on en a recensé 21 dans le bras Music Care® (13,6%) contre 82 dans le bras contrôle (52,9 %) ($p < 0,01$). On a noté également une diminution significative de l'anxiété et des injections de traitement sédatif (midazolam) durant l'opération.

3. Effet additif de l'écoute subaquatique de l'intervention musicale en santé

3.1 Description et historique

Le massage manuel a des propriétés analgésiantes liées à plusieurs mécanismes neurologiques périphériques et centraux. En associant l'eau chaude à un hydro-massage mécanique, le XX^{ème} siècle démocratisa les bienfaits d'un massage subaquatique qui devenait complètement indépendant de cette main jusqu'à lors indispensable. Dans la continuité de l'invention de M. Jacuzzi, la société Aquamusique a eu l'idée de remplacer l'action de ces bulles d'air et de ces courants d'eau sur le corps humain par de la musique.

Son fondateur, Noël Canivenq, nous décrit cette nouvelle technique de relaxation: «Pendant une séance musicale subaquatique, le haut-parleur Aquamusique® diffuse dans notre intimité corporelle les bienfaits de la musique ;

- La position allongée, le corps immergé jusqu'aux oreilles dans une eau chaude prédisposent l'esprit au repos, comme en état de pré-sommeil dans un lit;
- La dimension subjective de la musique favorise un relâchement musculaire grâce à l'effet de diversion de l'écoute musicale;
- La membrane du haut-parleur subaquatique se substitue, en quelque sorte, au tympan et transmet directement aux liquides cochléaires de l'oreille interne l'onde sonore sous forme de vibration, tout en amplifiant l'écoute par conduction osseuse tympanique;
- Dans un même temps, d'autres zones sont directement touchées indépendamment de l'oreille. Une forme vibratoire du signal sonore non décodée propage, via le liquide qui compose notre organisme, un massage global hors du champ de la perception connue de la musique. »

Durant la vie intra utérine l'individu baigne dans un univers aquatique sonore, le liquide amniotique. Cette capacité d'écoute corporelle est oubliée après la naissance mais n'a pas disparu pour autant. Le haut-parleur subaquatique à membrane pourrait réactiver cette

écoute pré natale. Cette nouvelle écoute est appelée « amniotympanique » par M Noël Canivenq. Pour lui, la conjonction simultanée de cette double écoute, tympanique et corporelle, crée les conditions d'une nouvelle perception de la musique : le massage musical. En médecine thermale on pourrait rapprocher ce type de traitement de la relaxation en piscine qui est un soin régulièrement utilisé dans les établissements thermaux.

En 2008, M Etienne Oury, ingénieur du son a écrit un mémoire sur la perception du son subaquatique^{xxiv}. Il conclut que le son est perçu par voie osseuse transcrânienne sous l'eau (cf [encadré](#))

Les conclusions du mémoire de M. Etienne Oury « Perception du son subaquatique »^{xxvii} :

La perception subaquatique est ressentie de manière physique. Les vibrations sont ressenties à travers le corps.

Le son est perçu dans le crâne. La localisation semble difficile.

Le rendu spectral est modifié par rapport à nos habitudes d'écoute aériennes, et il dépend de la profondeur et de la position de l'auditeur dans le bassin :

- Il existe une bosse dans les mediums à la surface.
- Les basses sont renforcées au fond du bassin.

Certaines musiques sont mieux rendues que d'autres :

- Les finesses de timbre sont assez mal restituées.
- Les grandes dynamiques ne peuvent pas être rendues.

La perception de la dynamique est limitée sous l'eau.

Les extraits sonores avec des sources très caractérisées gauche/droite sont reconnaissables. La stéréophonie, par comparaison avec la monophonie, apporte une sensation d'espace et augmente le confort d'écoute.

La perception « classique » (via les oreilles) joue un rôle dans la localisation sous l'eau :

- Elle amplifie les basses fréquences
- Elle donne une sensation d'espace supplémentaire
- Elle affecte la précision et la définition.

En 2009 une expérimentation a été réalisée sur des patients infirmes moteurs cérébraux et les résultats furent spectaculaires sur les modifications de comportement pendant les séances : amélioration de la confiance en soi, réassurance de ceux qui avaient peur de l'eau au départ, amélioration des contacts interhumains, amélioration de l'humeur... 70% des sujets avaient réalisé leur projet individuel à l'issue des plusieurs jours de séances^{xi}

Pour la première fois, nous présentons une étude médicale réalisée avec le système Aquamusique® (cf [photo 1](#)). La position allongée et la libération de la pesanteur par la poussée d'archimède incite à la décontraction et la relaxation. L'assourdissement de certaines

fréquences observées par M. Oury sont remarquées par plusieurs sujets. Les termes « détente » et « apesanteur » reviennent souvent dans les remarques.

Il serait intéressant d'analyser les différentes composantes de cette écoute subaquatique. En effet, la vibration musicale est transmise au corps immergé dans son ensemble (vibration somatique perçue par la surface corporelle via les mécanorecepteurs de la peau) et également au système auditif par voie tympanique et par voie rétrotympanique (via le rocher).

4. L'expérimentation de Crénomusic-care dans la piscine d'eau thermale de Balaruc les bains

Nous avons, au cours de cette étude originale, réalisé la combinaison de l'écoute musicale thérapeutique (solution numérique Music care®) diffusée avec des hauts parleurs subaquatiques (système Aquamusique®) dans la piscine d'eau thermale de Balaruc les bains auprès de 22 curistes (50 séances au total). L'expérimentation a été réalisée 3 jours de suite.

Nous avons dû nous adapter aux conditions de réalisation en saison d'ouverture de l'établissement thermal avec les contraintes de disponibilité de la piscine et son personnel : les séances ont eu lieu en fin de journée, les curistes terminant leur parcours de soins. Plusieurs séances ont pu être réalisées chez les curistes qui étaient disponibles à ce moment. La plupart de ceux qui ont fait une séance ont souhaité poursuivre et le recrutement s'est fait tout au long des 3 jours.

L'eau thermale de Balaruc est fortement minéralisée avec une concentration en NaCl permettant une bonne flottabilité ce qui est favorable à la détente en position allongée et immergée. La température de 32°C était parfaitement adapté au soin qui permet un état de relaxation avec immobilité pendant une immersion de 20 minutes (Cf photo 2). Les curistes étaient familiarisés avec le milieu aquatique et les locaux de l'établissement ce qui a permis une bonne adhésion à l'étude. Nous avons rapidement résolu les problèmes de position dans l'eau avec l'expérience de M. Noël Canivenq qui exploite le système Aquamusique® depuis plus de 20 ans. Ce point est très important car le sujet doit être en confiance, parfaitement immergé et détendu pour bénéficier au mieux de la séance.

Notre première phase expérimentale (phase test du 8 mars 2025) nous a permis de régler la bonne position des sujets dans la piscine et de déterminer les séquences musicales de la web app Music Care® ayant une bonne diffusion du son en milieu aquatique.

Nous avons été surpris de l'aisance avec laquelle les curistes se sont approprié la technique dès leur entrée dans la piscine et les premières notes de musique sachant que le son n'est perçu que lors de l'immersion de la tête dans l'eau (conduction acoustique osseuse puis tympanique).

La population étudiée correspond à la population de curistes de Balaruc les bains : âge moyen 64.6 ans et majorité de femmes (77% dans notre étude). Tous les sujets réalisaient une cure à orientation rhumatologique. L'environnement de la cure avec les bienfaits attendus est

probablement source de biais sur les résultats observés sur la douleur et l'anxiété de notre étude.

Nous avons eu un effet secondaire chez une curiste qui s'est plaint d'otite après la première séance mais a souhaité poursuivre au vu des bienfaits qu'elle a ressentis. Nous avons ensuite conseillé aux curistes de faire un lavage du conduit auditif externe après chaque séance avec l'eau du réseau de douche.

Une curiste a eu une rage de dents qui s'est aggravée pendant la séance et effectivement les vibrations musicales aquatiques peuvent augmenter les douleurs dentaires. Il s'agira d'une contre-indication à l'avenir.

La solution Music Care® a été utilisée de façon non conventionnelle puisque nous n'avons pas pu faire choisir le style musical à chaque patient. Nous avons réalisé des séances de groupe en utilisant des morceaux qui avaient une bonne diffusion aquatique (ce n'est pas le cas de tous les morceaux notamment lorsqu'il y a beaucoup de basses) et qui ont recueilli le plus de popularité d'après le registre de la société Music care. Nous avons essayé de respecter les préférences musicales des curistes en éliminant les styles musicaux qu'ils n'aimaient pas. Les résultats montrent que peu de curistes n'ont pas apprécié la musique proposée et même ceux-ci ont trouvé un intérêt à la technique dans la gestion de leur douleur et l'aide à la détente.

Lors de l'étude aux thermes d'Allevard en 2011^x on notait déjà une efficacité sur la douleur de l'écoute musicale chez des patientes fibromyalgiques : l'EVA douleur passait de 5,5 à 3.4 (soit 38%) dès la première séance. Ici la douleur passe de 3,8 à 1,4 (soit 63%) après la première séance. On note les mêmes effets sur l'anxiété qui diminue de façon significative comme dans notre étude. Il semble exister un effet cumulatif des séances sur la douleur : baisse de 42% de la douleur à la 5^e séance dans l'étude d'Allevard et baisse de 90% de la douleur à la 3^e séance de crénomusic-care. Enfin, l'intensité des douleurs baisse régulièrement avant les séances avec un effet cumulatif : plus on réalise de séance d'écoute musicale et plus la douleur s'abaisse. La comparaison des deux études (30 curistes dans l'étude d'Allevard et 20 dans l'étude crénomusic-care) semble indiquer des résultats concordants mais plus puissants avec une écoute subaquatique comparativement à une écoute conventionnelle en aérien, dans un même écosystème de cure thermale.

Les limites de cette étude sont l'absence de groupe contrôle, le faible nombre de participants et le nombre peu élevé de variables étudiées. Il existe ici une combinaison de techniques antalgiques dont il est difficile de mesurer la part de chacune dans le soulagement. Il aurait été intéressant de pouvoir évaluer les effets à distance du traitement puisqu'il s'agit de pathologie chronique. Nous avons pu relever quelques remarques des curistes à distance de l'expérience qui sont rapportées dans l'annexe 4.

Enfin, par rapport à la diffusion subaquatique des écoutes musicales en santé il serait intéressant d'analyser les différentes composantes d'une telle écoute : à la fois tympanique et retro tympanique consciente mais également une écoute somatique (par activation des mécanorécepteurs cutanés) quasi inconsciente et ayant possiblement un impact sur la modulation de la sensation douloureuse.

CONCLUSION

Il s'agit de la première étude pilote qui décrit une combinaison de plusieurs traitements non médicamenteux utilisés pour le traitement des douleurs chroniques. Nous avons associé deux techniques ayant fait l'objet de validation : la crénothérapie et le soin par l'écoute musicale. L'écoute subaquatique qui est l'outil novateur ajouté ici pour la première fois mérite d'être investiguée pour ses propriétés relaxantes et apaisantes. Cette combinaison permettra très probablement de participer à une réduction de la douleur chronique dans le cadre d'une prise en charge holistique. Les résultats encourageants et la faisabilité technique dans un écosystème dédié méritent d'être confortés par une étude contrôlée, randomisée avec un plus grand nombre de sujets. Une évaluation à moyen voire long terme sera également nécessaire.

BIBLIOGRAPHIE

- ⁱ Séances du X anniversaire de l'AFRETh communication Christian Funck Brentano et Philippe Ravaud, 2014.
- ⁱⁱ Antonella Fioravanti, Michele Antonelli, Marco Vitale. Advances in modern Balneology: new evidence-based indications from recent studies. *Int J Biometeorol.* 2024 Nov;68(11):2447-2452. doi: 10.1007/s00484-024-02749-8. Epub 2024 Jul 31..
- ⁱⁱⁱ Michele Antonelli, Davide Donelli, Antonella Fioravanti. Effects of balneotherapy and spa therapy on quality of life of patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Rheumatol Int.* 2018 Oct;38(10):1807-1824. doi: 10.1007/s00296-018-4081-6. Epub 2018 Jun 12.
- ^{iv} Juliane Hennenberg, Manfred Hecking, Fritz Sterz, Simeon Hassemer, Ulrich Kropiunigg, Sebastian Debus, Kurt Stastka, Henriette Löffler-Stastka. Exploring the Synergy of Music and Medicine in Healthcare: Expert Insights into the Curative and Societal Role of the Relationship between Music and Medicine. *Int J Environ Res Public Health* 2023 Jul 18;20(14):6386. doi: 10.3390/ijerph20146386.
- ^v Eduardo A Garza-Villarreal, Victor Pando, Peter Vuust, Christine Parsons. Music-Induced Analgesia in Chronic Pain Conditions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Physician.* 2017 Nov;20(7):597-610.
- ^{vi} Kira V Jespersen, Victor Pando-Naude, Julian Koenig, Poul Jennum, Peter Vuust. Listening to music for insomnia in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022 Aug 24;8(8):CD010459. doi: 10.1002/14651858.CD010459.pub3.
- ^{vii} Min Wang, Jingwen Wu, Hong Yan. Effect of music therapy on older adults with depression: A systematic review and meta-analysis. *Complement Ther Clin Pract.* 2023 Nov;53:101809. doi: 10.1016/j.ctcp.2023.101809. Epub 2023 Nov 7.
- ^{viii} Stéphane Guétin, Patrick Giniès, Didier Kong A Siou, Marie-Christine Picot, Christelle Pommié, Elisabeth Guldner, Anne-Marie Gosp, Katelyne Ostyn, Emmanuel Coudeyre, Jacques Touchon. The effects of music intervention in the management of chronic pain: a single-blind, randomized, controlled trial. *Clin J Pain.* 2012 May;28(4):329-37. doi: 10.1097/AJP.0b013e31822be973.
- ^{ix} Sophie Gwenaëlle Hoareau, Emmanuelle De Diego, Stéphane Guétin. Pain management and music therapy. *Rev Infirm.* 2016 Jan;(217):31-3. doi: 10.1016/j.revinf.2015.10.025.

^x S Guétin, C Pommié, E Thomas, MC Picot, P Giniès, B Graber-Duvernay, P Queneau, J Touchon, C Hérisson. Effet de la musicothérapie sur les douleurs chroniques de patients fibromyalgiques en milieu thermal. *Press Therm Climat* 2011 ;148 :103-114

^{xi} <https://www.aquamusique.com/le-massage-musical/>

^{xii} Conférence les Thermalies Paris, 2018. « La Cure après cancer. Soin musical subaquatique en eau thermale de Vichy, un lâcher prise émotionnel qui libère des empruntes traumatiques de l'opération. Une nouvelle conscience corporelle qui transforme l'image de soi ». Soin inclus dans la Cure après cancer du sein au VICHY CÉLESTINS SPA HÔTEL. François LOUCHE , Vichy Célestins Spa Hôtel.

^{xiii} Céard Jean. Nicolas Dortoman, membre de l'Académie de Nérac, « Thesaurier de nature ». In: *Albineana, Cahiers d'Aubigné*, 24, 2012. La Cour de Nérac au temps de Henri de Navarre et de Marguerite de Valois. pp. 195-206; doi : <https://doi.org/10.3406/albin.2012.1232>;

^{xiv} Gardner WJ, Licklider JC, Weisz AZ. Suppression of pain by sound. *Science* 1960;132:32-3.

^{xv} Cepeda MS, Carr DB, Lau J, Alvarez H. Music for pain relief. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;19:CD004843.

^{xvi} Roy M, Peretz I, Rainville P. Emotional valence contributes to music-induced analgesia. *Pain* 2008;134:140-7.

^{xvii} Guétin S, Coudeyre E, Picot MC, Ginies P, Graber-Duvernay B, Ratsimba D et al. Effect of music therapy among hospitalized patients with chronic low back pain: a controlled, randomized trial. *Ann Readapt Med Phys* 2005;48:217-24.

^{xviii} Verdeau-Pailles J. Aspects of psychotherapies. Music therapy and its specificity. *Encephale* 1991;17:43-9.

^{xix} Hevner, K. The affective value of pitch and tempo in music. *The American Journal of Psychology* 1937;49:621-630.

^{xx} Yi W, Palmer C, Serian A, Roy M. Individualizing musical tempo to spontaneous rates maximizes music-induced hypoalgesia. *Pain* 2025 Jan 28.

^{xxi} Calamassi D, Li Vigni ML, Fumagalli C, Gheri F, Pomponi GP, Bambi S. The Listening to music tuned to 440 Hz versus 432 Hz to reduce anxiety and stress in emergency nurses during the COVID-19 pandemic: a double-blind, randomized controlled pilot study. *Acta Biomed* 2022 May 12;93(S2):e2022149.

^{xxii} Aravena P, Almonacid C, Mancilla M. Effect of music at 432 Hz and 440 Hz on dental anxiety and salivary cortisol levels in patients undergoing tooth extraction: a randomized clinical trial. *J Appl Oral Sci* 2020;28:e20190601.

^{xxiii} Guerrier G, Abdoul H, Jilet L, Rothschild P-R, Baillard C. Efficacy of a web app-based music intervention during cataract surgery: a randomized controlled clinical trial. *JAMA Ophthalmology* 2021 Sep 1;139(9):1007-1013.

^{xxiv} Oury E. (2008), Perception subaquatique : adaptation de l'écoute stéréophonique en petit bassin. Conservatoire National Supérieur de Musique et de Danse de Paris- formation supérieure aux métiers du son - mémoire de fin d'études.

Annexe 1. LETTRE D'INFORMATION

DESTINEE AUX PATIENTS

POUR PARTICIPATION A UNE ENQUETE POUR MEMOIRE DU DIU PRATIQUE MEDICALE EN STATION THERMALE

Titre de la recherche : CRENOMUSIC-CARE : utilisation de la musique en piscine thermale pour traiter la douleur et l'anxiété

Madame, Monsieur,

Nous vous proposons de participer à une étude dans le cadre du mémoire de DIU pratique médicale en station thermale. Cette lettre d'information vous détaille en quoi consiste cette étude. Vous pourrez prendre le temps pour lire et comprendre ces informations de réfléchir à votre participation et pour demander au médecin responsable de l'étude de vous expliquer ce que vous n'aurez pas compris.

BUT DE L'ETUDE : FAISABILITE DE L'UTILISATION DE LA MUSIQUE (APPLICATION MUSIC-CARE) DANS LA PISCINE D'EAU THERMALE DE BALARUC LES BAINS. ETUDIER L'IMPACT SUR LA DOULEUR ET L'ANXIETE.

BENEFICE(S) ATTENDUS : DIMINUTION DE LA DOULEUR ET DE L'ANXIETE PENDANT ET APRES LA SEANCE.

DEROULEMENT DE L'ETUDE

Sur l'établissement thermal de Balaruc les bains. Vous participerez dans la piscine des thermes à une séance de musique subaquatique diffusée par le système Aquamusique. Les séances écoutées d'une durée de 20 minutes sont issues de la banque de données musicales de Music care. Elles sont utilisées depuis de nombreuses années par diffusion au casque ou sur enceinte dans les établissements de santé pour traiter la douleur l'anxiété et les troubles du sommeil. La particularité ici est l'écoute en milieu aquatique par le tympan et le corps entier immergé dans l'eau thermale de Balaruc les Bains. Nous vous demanderons de noter les effets sur la douleur et l'anxiété avant et après la séance

RISQUES POTENTIELS

Les risques sont ceux de l'immersion en piscine thermale dans le cadre de votre cure thermale actuelle.

FRAIS MEDICAUX

Votre collaboration à ce protocole de recherche biomédicale n'entraînera pas de participation financière de votre part.

Ce projet de recherche est dans le cadre du mémoire du DIU « Pratiques Médicales en station Thermale » du Dr Luc Brun inscrit à l'université de Montpellier pour l'année 2025.

Toute information vous concernant recueillie pendant cet essai sera traitée de façon confidentielle.

Seuls les responsables de l'étude pourront avoir accès à ces données. A l'exception de ces personnes -qui traiteront les informations dans le plus strict respect du secret médical-, votre anonymat sera préservé. La publication des résultats de l'étude ne comportera aucun résultat individuel.

Traitement informatisé des données :

Les données enregistrées à l'occasion de cette étude feront l'objet d'un traitement informatisé par le promoteur (Dr Luc Brun). S'agissant de données nominatives, vous bénéficiez à tout moment, du droit d'accès et de rectification des données vous concernant auprès des responsables de l'étude et, en ce qui concerne les informations de nature médicale, ce droit est exercé par l'intermédiaire du Docteur Luc Brun conformément à la loi 78-17 du 06 janvier 1978 relative à l'Informatique, aux Fichiers et aux Libertés, modifiée par la loi n°94-548 du 1er juillet 1994, relative au traitement des données nominatives ayant pour fin la recherche dans le domaine de la santé.

Conformément à l'article L 1122-1 du Code de la Santé Publique (loi de Mars 2002 relative aux droits des malades les résultats globaux de l'étude pourront vous être communiqués si vous le souhaitez.

Si vous avez des questions pendant votre participation à cette étude, vous pourrez contacter le médecin responsable de l'étude, le Dr Luc Brun, tél : 07 86 52 80 44.

Vous êtes libre d'accepter ou de refuser de participer à cette étude. Cela n'influencera pas la qualité des soins qui vous seront prodigués. Vous pouvez également décider en cours d'étude d'arrêter votre participation sans avoir à vous justifier. Nous vous remercions d'avoir pris le temps de lire cette lettre d'information.

Si vous êtes d'accord pour participer à cette recherche, nous vous invitons à signer le formulaire de consentement ci-joint.

**Annexe 1 (suite) FORMULAIRE DE CONSENTEMENT
POUR LA PARTICIPATION A UNE ETUDE POUR MEMOIRE DE DIU**

Titre de la recherche :

CRENO Music-Care. Les nouvelles technologies au service de la médecine thermale pour le traitement des douleurs chroniques.

Je soussigné(e)(nom et prénom du sujet),

accepte de participer à l'étude **CRENOMUSIC-CARE**

Les objectifs et modalités de l'étude m'ont été clairement expliqués par le Dr Luc BRUN.

J'ai lu et compris la fiche d'information qui m'a été remise.

J'accepte que les documents de mon dossier médical qui se rapportent à l'étude puissent être accessibles aux responsables de l'étude. A l'exception de ces personnes, qui traiteront les informations dans le plus strict respect du secret médical, mon anonymat sera préservé.

J'accepte que les données anonymisées me concernant recueillies à l'occasion de cette étude puissent faire l'objet d'un traitement automatisé par les organisateurs de la recherche. Je pourrai exercer mon droit d'accès et de rectification auprès du Dr : *Luc Brun*

J'ai bien compris que ma participation à l'étude est volontaire.

Je suis libre d'accepter ou de refuser de participer, et je suis libre d'arrêter à tout moment ma participation en cours d'étude. Cela n'influencera pas la qualité des soins qui me seront prodigués.

Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de cette étude de leurs responsabilités. Je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Après en avoir discuté et avoir obtenu la réponse à toutes mes questions, j'accepte librement et volontairement de participer à la recherche qui m'est proposée.

Fait à Balaruc les bains

le

Nom et signature de l'investigateur

Signature du sujet

Annexe 2. Formulaire d'autorisation d'utilisation du droit à l'image

Les 2,3 et 4 avril 2025

Etablissement thermal de Balaruc les bains

Je soussigné(e),

né(e) le

résidant (Ville) :

Autorise à titre gratuit l'équipe s'occupant de l'étude Crénomusic-care à :
La prise de photographies et de vidéos lors de ma présence dans l'établissement
thermal de Balaruc les bains sur les dates mentionnées.

Et à utiliser ces images au titre d'un usage non commercial (presse médicale,
réseaux sociaux professionnels de santé, ...)

L'auteur de l'autorisation peut rétracter à tout moment son consentement sur
simple demande écrite.

La diffusion et la publication des images ne devront pas porter atteinte à la
dignité, à la vie privée ou à la réputation. Conformément à la loi, il est garanti le
libre accès aux images, la possibilité de vérifier l'usage qui en est fait ainsi que le
droit de retrait des photographies.

N'autorise pas à utiliser mon image

Fait à Balaruc les Bains Le

Signature de la personne photographiée

Annexe 3. Description de l'application numérique Music Care®

C'est une application numérique d'intervention musicale personnalisée. Il existe un catalogue de séquences musicales originales variées. Elles sont spécialement composées et arrangées selon des spécifications standardisées (la séquence en « U »)^{viii}.

La séquence musicale de 20 minutes est décomposée en plusieurs phases qui amènent progressivement le patient à la détente (cf Figure 4)^{xxiv, xxiv}. L'objectif est de modifier l'état de conscience par des suggestions positives via la musique, modèle archaïque du langage. Cette induction musicale va progressivement amener le patient à un état modifié de conscience (principe de l'hypnoalgésie de techniques de relaxation) par les variations des composantes sonores.

La méthode et les objectifs sont expliqués au patient au cours d'un entretien réalisé par un soignant formé pour prendre en compte les goûts musicaux du patient. Ce point est important, Mathieu Roy et al ont bien démontré que l'effet antalgique de l'écoute musicale est directement relié à la notion de « musique plaisante »^{xv}. De plus, s'intéresser à ses préférences musicales favorise la relation de confiance avec le patient. On laisse ensuite généralement un temps avec le soignant pour commenter les sensations qui ont eu lieu au cours de l'écoute musicale et parfois mesurer le niveau de douleur résiduelle, ou mieux, de confort.

Cette technique standardisée prend en compte des recommandations scientifiques internationales^{xxiv}:

- Choix de la séance par le patient au sein d'une banque de données musicales
- Ecoute au casque
- 20 minutes en position de repos.

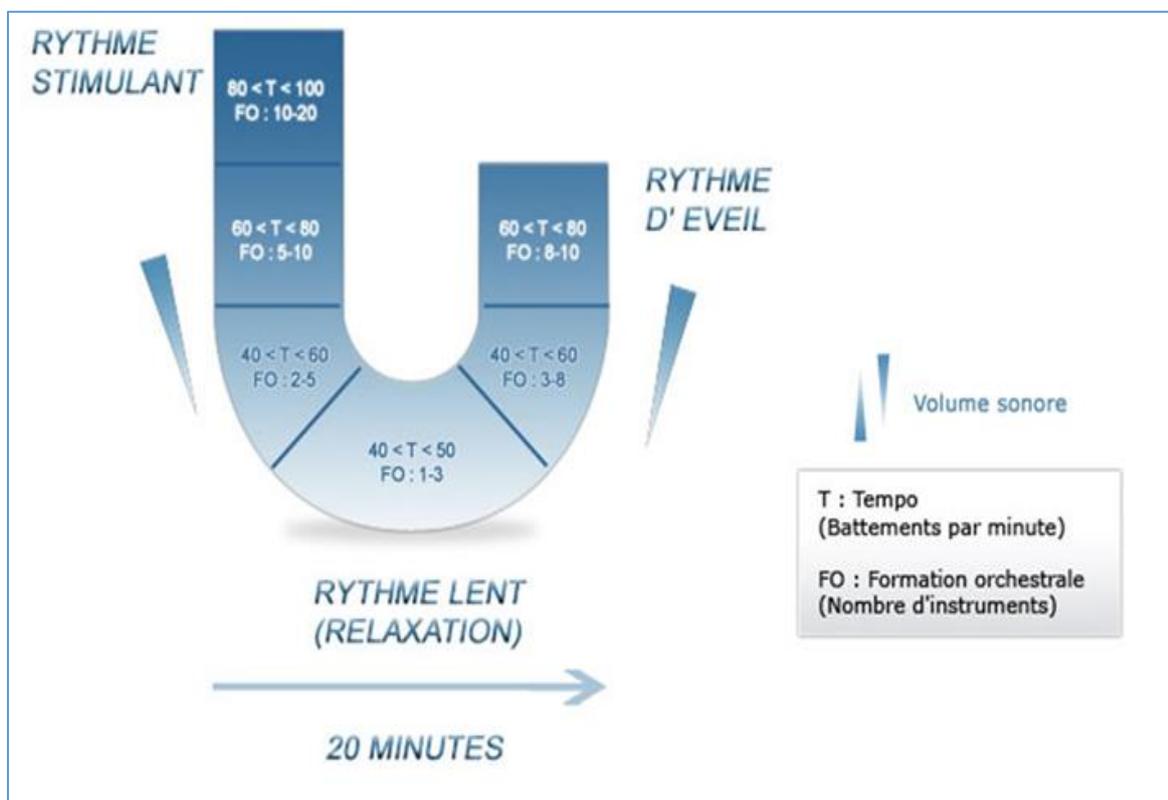


Figure 4. Montage de la séance musicale dit en «U»

Annexe 4. Témoignages de curistes, quelques jours après l'expérimentation :

Bien détendue et facilité d'endormissement après une telle détente et plus de douleur jusqu'à env 11h30 (petite douleur qui s'intensifie plus tard). Réveil la nuit, douleurs évaluée à 5 (...) je les ai supporté toutefois ! sans reprendre d'anti-inflammatoire ni surtout d'oxycodone (...) ce matin ça va! douleur sourde mais légère évaluée à un en position assise. Merci pour le répit apporté : il est important de souligner que ce confort apporté en fin des soins, et même de cure en ce qui me concerne, en fin de journée donc cela était idéalement reçu. Je pense que si ceux-ci avait eu lieu en milieu de soin le bénéfique ne serait peut-être pas aussi optimum.

Bonjour Dr Brun,

Les jours passent très vite, désolée pour ce retard.

Très contente de cette expérience même si je n'ai pu en faire qu'une seule.

Pendant qqs jours j'ai eu le sentiment d'un mieux et surtout j'ai essayé de retrouver le "chemin neuronal" de cette expérience mais je crois qu'il faut pratiquer plusieurs fois..... en tout cas merci de me tenir informée des prochaines possibilités et si vous cherchez des cobayes je suis preneuse.

(...) je suis convaincue de votre approche tellement je me suis sentie bien et je suis dans mon élément dans l'eau.

Merci de nous avoir accepté le dernier jour et au plaisir.

Bonjour,

Suite à la séance d'hier, j'ai vraiment très bien dormi, comme dans un cocon. Je me suis levée sans douleur et pour l'instant tout va bien, pas de douleurs et pas de stress.

Je vous dirai pour les jours qui viennent

Bonne journée

Bonjour Docteur,

Jour 2, après une seule séance, je me suis réveillée comme hier avec bcp moins de douleurs lombaires. Il reste des douleurs résiduelles mais je ne suis pas pliée en deux comme précédemment.

Merci pour cette belle expérience

Bonjour,

Suite à notre expérience de 3 jours, je vous donne mes ressentis.

Je continue à très bien dormir, aucune douleur, je me couche et je dors dans le sommeil.

Par contre je n'ai pas retrouvé la plénitude de la nuit après la 1ère séance, j'étais dans un cocon...

Pour les douleurs je suis beaucoup plus souple au réveil, pas de raideur, de difficulté à me lever.

Après c'est fluctuant certaines douleurs reviennent mais elles ne sont pas constantes toute la journée.

3ème semaine de cure, on finit samedi. Hier j'avais piscine dans mon programme je me suis faite une séance relaxation oreilles dans l'eau mais il manquait la musique ...du coup j'ai été un peu frustrée

Merci encore pour nous avoir inclus dans cette expérience, c'était vraiment super, et je suis convaincue des bienfaits

J'espère que cela pourra déboucher sur des soins...

Si vous avez besoin n'hésitez pas à me contacter

Bon courage pour la suite de vos travaux

Très cordialement

Bonjour,

J'ai attendu un peu avant de vous donner des nouvelles.

La nuit de vendredi à samedi, j'ai eu du mal à trouver mon sommeil. D'ailleurs mon sommeil était agité.

Le samedi je me suis couchée à 21h jusqu'au dimanche 11h le matin soit 14h de sommeil

Les douleurs lombaires, nocturnes sont revenus depuis samedi soir. (Ce n'est pas dû à la literie. J'ai le même problème chez moi)

J'ai beaucoup apprécié les 3 séances.

Merci de nous avoir permis de participer à votre étude et merci aux personnels de la cure et au Monsieur de MUSIC-CARE.