



**HAL**  
open science

# Innovation thérapeutique : la musicothérapie sous forme d'application digitale peut-elle compléter ou remplacer un traitement médicamenteux utilisé dans l'indication de la douleur

Alexandre Benac

## ► To cite this version:

Alexandre Benac. Innovation thérapeutique : la musicothérapie sous forme d'application digitale peut-elle compléter ou remplacer un traitement médicamenteux utilisé dans l'indication de la douleur. Sciences pharmaceutiques. 2022. dumas-03937184

**HAL Id: dumas-03937184**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03937184>**

Submitted on 13 Jan 2023

**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.



UNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE  
UFR DE PHARMACIE

Année : 2022

N°

THÈSE D'EXERCICE  
pour le  
DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement le 22 septembre 2022

par

**Alexandre BÉNAC**

**INNOVATION THERAPEUTIQUE : LA MUSICOTHERAPIE  
SOUS FORME D'APPLICATION DIGITALE PEUT-ELLE  
COMPLÉTER OU REMPLACER UN TRAITEMENT  
MÉDICAMENTEUX UTILISÉ DANS L'INDICATION DE LA  
DOULEUR ?**

**Directeur de thèse : Pr David BALAYSSAC**

Pharmacien, PU-PH  
UFR Pharmacie de Clermont-Ferrand

**JURY**

**Président : Pr David BALAYSSAC**

Pharmacien, PU-PH  
UFR Pharmacie de Clermont-Ferrand

**Membres :**

**Pr Catherine FELGINES**

Pharmacien, MCU, HDR,  
UFR Pharmacie de Clermont-Ferrand

**Pr Eric BEYSSAC**

Pharmacien, Professeur,  
UFR Pharmacie de Clermont-Ferrand

**Mme Vanessa INIESTA**

Responsable MAD  
Arard Confort, Aubagne



UNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE  
UFR DE PHARMACIE

Année : 2022

N°

THÈSE D'EXERCICE  
pour le  
DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement le 22 septembre 2022

par

**Alexandre BÉNAC**

# **INNOVATION THERAPEUTIQUE : LA MUSICOTHERAPIE SOUS FORME D'APPLICATION DIGITALE PEUT-ELLE COMPLÉTER OU REMPLACER UN TRAITEMENT MÉDICAMENTEUX UTILISÉ DANS L'INDICATION DE LA DOULEUR ?**

**Directeur de thèse : Pr David BALAYSSAC**

Pharmacien, PU-PH  
UFR Pharmacie de Clermont-Ferrand

**JURY**

**Président : Pr David BALAYSSAC**

Pharmacien, PU-PH  
UFR Pharmacie de Clermont-Ferrand

**Membres :**

**Pr Catherine FELGINES**

Pharmacien, MCU, HDR,  
UFR Pharmacie de Clermont-Ferrand

**Pr Eric BEYSSAC**

Pharmacien, Professeur,  
UFR Pharmacie de Clermont-Ferrand

**Mme Vanessa INIESTA**

Responsable MAD  
Arard Confort, Aubagne

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier toute l'équipe Innovation de Sanofi à Gentilly, qui a su m'accueillir et me mettre à l'aise dès le départ lors de mon stage de fin d'études. Merci à Lucile, Martine et Tiffany de m'avoir formé, merci à Luc et Émilie, merci aux alternantes de l'équipe, Morgane et Alessia.

Un très grand merci à Stéphane Guétin, CEO de MusicCare, pour m'avoir inspiré tout au long de mon stage, et qui m'a aidé dans mes recherches lors de la rédaction de cette thèse. C'est lui qui m'a initié à la musicothérapie et m'a transmis sa passion, donnant naissance à cette thèse.

Ensuite, je tiens à remercier mon directeur de thèse et également président de mon jury, le Pr. David Balayssac, tout d'abord pour avoir accepté d'encadrer ma thèse, et surtout pour m'avoir accompagné tout au long de sa rédaction, pour ses précieux conseils et ainsi que sa réactivité et la pertinence de ses commentaires.

Merci au Pr Catherine Felgines d'avoir accepté de faire partie de mon jury et d'avoir été attirée par l'originalité de mon sujet bien qu'étant un peu éloigné de son domaine de prédilection.

Merci au Pr Erick Beyssac d'avoir directement accepté de faire partie de mon jury, merci pour l'énergie et la dynamique que vous mettez dans vos cours, notamment pour la filière industrie.

Merci à Mme Vanessa Iniesta d'avoir accepté de faire partie de mon jury, merci pour ton honnêteté et ta bonne humeur constante.

Un grand merci à la Faculté de Pharmacie de Clermont-Ferrand ainsi qu'à tous les professeurs où j'ai pu me former pendant 6 merveilleuses années. Le chemin est long et semé d'embûches, mais il en vaut la chandelle !!

Merci à mes amis qui ont toujours su m'apporter du soutien, des conseils mais aussi des moments de décompression nécessaires pour rester toujours efficace. Je ne vais pas les nommer uns à uns, ils se reconnaîtront. Ces années de fac auront laissé des souvenirs et anecdotes impérissables.

Merci à Clarisse, avec qui nous avons passé de nombreuses heures de nos études à rechercher et évaluer les remerciements de thèse les plus insolites.

Enfin, je tiens à remercier ma famille et plus particulièrement mes parents pour leur soutien sans faille depuis que je suis venu au monde, leurs conseils, leur aide. Ils ont été pour moi une source d'inspiration et sont responsables de ce que j'accomplis fièrement. Tout n'a pas toujours été facile, avec des moments de doute, des périodes de flou artistique, et des électrochocs me permettant de toujours donner le meilleur de moi-même.

Je remercie également mes grands-parents et mon frère qui ont toujours cru en moi et m'ont toujours motivé à me surpasser.

Merci à mes frères et sœurs de cœur Abdelhack, Alyssia, Fatiha et Noémie pour le brouhaha et l'animation de la maison.

Merci à ma famille dans sa globalité, proche ou éloignée. Une famille c'est inné, on ne la choisit pas mais c'est ce qui construit l'individu, ce qui lui permet d'exister, ses origines.

Une pensée pour mes animaux de compagnie, passés et présents, Willy, Mikmik, Spooky, Ornella, Gagou, Jodie, Soso, Adibou, Samito, Anoushka.

PS : Merci à Sebastian Bach, Mozart, Antonio Vivaldi, Ludovico Einaudi, pour m'avoir accompagné pendant la rédaction de cette thèse, m'aidant à me concentrer et à réduire mon anxiété. Merci à des artistes plus récents comme Gims, Nucci, Stromae et bien d'autres qui m'ont aidé à me détendre pendant cette période difficile.

*« Je ne perds jamais. Soit je gagne, soit j'apprends. » Nelson Mandela*

## Table des matières

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>2</b>
<b>ABRÉVIATIONS</b> .....	<b>7</b>
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>9</b>
<b>2. LA DOULEUR</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1. INTRODUCTION</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2. LA DOULEUR AIGUE</b> .....	<b>18</b>
2.2.1. Les nocicepteurs.....	20
2.2.2. Les Fibres Afférentes Primaires.....	21
2.2.3. Mécanisme d’action du processus douloureux.....	22
<b>2.3 LA DOULEUR CHRONIQUE</b> .....	<b>26</b>
2.3.1 Données épidémiologiques.....	27
2.3.2. La plasticité du SNC à l’origine des douleurs chroniques.....	29
<b>2.4. TECHNIQUES D’EVALUATION DE LA DOULEUR</b> .....	<b>33</b>
2.4.1 Les techniques d’autoévaluation de la douleur .....	33
2.4.2. Les techniques d’hétéroévaluation de la douleur .....	36
<b>2.5. LES TRAITEMENTS TRADITIONNELS</b> .....	<b>41</b>
2.5.1. Les antalgiques.....	42
<b>3. MUSICOTHERAPIE FORMAT DIGITAL ET DOULEURS</b> .....	<b>46</b>
<b>3.1. INTRODUCTION</b> .....	<b>46</b>
<b>3.2. LE NUMERIQUE EN SANTE</b> .....	<b>48</b>
3.2.1. Le Big Data.....	49
3.2.2. L’Intelligence Artificielle (IA) .....	50
3.2.3. Rôles et données du numérique en santé.....	51
<b>3.3. LA MUSICOTHERAPIE POUR SOIGNER, REELLES PERSPECTIVES D’INNOVATION OU FAUX ESPOIR ?</b> .....	<b>53</b>
3.3.1. Sur quelles bases scientifiques s’appuie la musicothérapie ? .....	53
3.3.2. Les effets de la musicothérapie sur la douleur.....	56
3.3.3. Deux exemples d’application pour smartphone de musicothérapie certifiées.....	65
<b>4. CONCLUSION</b> .....	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>71</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>84</b>
<b>SERMENT DE GALIEN</b> .....	<b>88</b>
<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>89</b>

## Table des figures

Figure 1 : Cheminement de la douleur : d'un signal externe à la sensation de douleur (27) ..	19
Figure 2 : Caractéristiques de la douleur dépendant de la modulation émotionnelle et attentionnelle (37).....	26
Figure 3 : Echelle EVA (52).....	33
Figure 4 : Echelle numérique (56).....	34
Figure 5 : EVS (56).....	35
Figure 6 : Echelle Algoplus (58).....	36
Figure 7 : Echelle Doloplus (62) .....	38
Figure 8 : Échelle ECPA (65).....	40
Figure 9 : Mécanisme d'action du paracétamol (72) .....	43
Figure 10 : Design de la séquence en U (105).....	54
Figure 11 : Schéma de musicothérapie dispensée sous forme d'une application digitale (112) .....	57



## Table des annexes

Annexe I : Prévalence de la douleur chronique en France en fonction de l'âge et du genre ..	84
Annexe II : Comment soigne-t-on la douleur dans le monde? .....	85
Annexe III : Echelle de douleur San Salvador.....	86
Annexe IV : Echelle DECLIC .....	87

## **ABRÉVIATIONS**

ACE : Automatic Computing Engine

AINS : Anti-Inflammatoire Non Stéroïdien

AMPA : Acide 2-amino-3-(5-méthyl-3-hydroxy-1,2-oxazol-4-yl)propanoïque

ANSM : Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé

BAPE : Behavioral Assessment of Pain in the Elderly

CGRP : Calcitonin Gene Related to Peptide

COX : Cyclooxygenases

CPF : Cortex Pré-Frontal

DECLIC : Décryptage Clinique des Cris

EDSS : Échelle de Douleur de San Salvador

EN : Échelle Numérique

EVA : Échelle Visuelle Analogique

FAP : Fibres Afférentes Primaires

FDA : Food and Drug Administration

GABA : Gamma Amino Butyric Acid

HAS : Haute Autorité de Santé

IA : Intelligence Artificielle

IAFSP : International Association for Study of Pain

IL-1 : InteLeukine-1

IoT : internet of Things

IRMf : Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle

KPI : Key Performance Indicators

NAc : Nucleus Accumbens

NGF : Nerve growth factor

NHWS : National Health and Wellness Study

NMDA : N-Methyl-D-Aspartate

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORL : Otorhinolaryngologue

PA : Potentiel d'Action

PAG : Periaqueducal Grey Matter

RGPD : Règlement Général sur la Protection des Données

SFAR : Société Française d'Anesthésie et de Réanimation

SNC : Système Nerveux Central

SNIIRAM : Système d'Informations Inter-Régimes de l'Assurance Maladie

SNP : Système Nerveux Périphérique

TNF  $\alpha$  : Tumor Necrosis Factor  $\alpha$

VTA : Ventral Tegmental Area

# 1. INTRODUCTION

L'innovation correspond à une chose nouvellement induite. On en retrouve 4 types : **les innovations de produit** correspondant à l'introduction d'un bien ou d'un service nouveau, **les innovations de procédé** correspondant à une nouvelle méthode de production ou à une amélioration significative d'une méthode existante, **les innovations de commercialisation** correspondant à des nouvelles méthodes de promotion, de conception ou de conditionnement d'un produit, et, **les innovations d'organisation** correspondant à des nouvelles méthodes d'organisation de travail et de management (1).

Dans l'innovation on a cette notion de nouveauté et de changement. Le but d'une innovation est soit d'introduire un produit ou une méthode totalement nouvelle qui n'existait pas auparavant afin de créer un besoin chez les consommateurs et qui peut bouleverser leur quotidien, soit d'améliorer un concept déjà existant afin de le rendre plus fonctionnel, plus efficace, plus attractif. (2)

L'innovation fait partie de l'évolution, que ce soit une petite amélioration ou une innovation de rupture (cf l'invention de la roue). Cependant, elle n'est pas nécessairement un succès, bien au contraire, on retrouve beaucoup de déchets dans les innovations car il est très dur de se créer une place et de se trouver un public. Les Google Glasses ou le dentifrice au cornichon, deux exemples très éloignés qui n'ont jamais réussi à trouver le succès recherché. Cela peut s'expliquer par un effet de tendance, mais aussi de mœurs, parfois, la population n'est pas prête à utiliser un type de concept et, lorsque l'on temporise, la société évolue et le même concept peut devenir un immense succès. Lorsqu'une innovation est lancée il y a toujours une prise de risque, notamment en France où l'on considère qu'une prise de risque qui n'obtient pas de succès est un échec dont on ne retient rien si ce n'est une humiliation, tandis qu'aux États-Unis, une absence de succès correspond à un entraînement, une version  $\beta$  qui ne demande qu'à être amélioré grâce aux retours des utilisateurs. Biz Stone, cofondateur de Twitter a dit que « pour connaître un succès spectaculaire, il faut avoir connu un échec spectaculaire », James Dyson encourage même à connaître l'échec afin de pouvoir devenir meilleur car selon lui, « on n'apprend rien de ses succès ». (3)

Comme énoncé précédemment, la société évolue, les mœurs changent, ainsi, au XXI<sup>ème</sup> siècle, le changement des sociétés dans le monde entier s'est regroupé autour d'un phénomène, le digital, plus connu en français sous le terme « numérique ». Qu'est-ce que cela a changé ?

C'est un anglicisme signifiant « nombre » et utilisé en informatique. (4) Ce terme va d'abord désigner des systèmes informatiques fonctionnant à base de calculs chiffrés et plus largement les technologies d'information et de communication moderne. (5) Lorsque l'on pense digital, on imagine naturellement des outils comme les smartphones, les tablettes qui ont changé la vie quotidienne de la population. La digitalisation de la société est un phénomène international qui va toucher tous les secteurs, impactant vie professionnelle et personnelle évoluant à vitesse exponentielle dans le but de simplifier la vie quotidienne et d'augmenter l'accessibilité à tous. (6)

En effet, cette accessibilité va se traduire notamment par l'éducation, la formation et l'apprentissage. Avec une connexion internet, tout le monde peut faire des recherches en seulement quelques minutes et trouver des milliers, voire des millions d'informations sur un sujet donné quel qu'il soit, de façon totalement gratuite, c'est la plus grande base de données à l'heure actuelle. Ces informations servent aussi à une quantité illimitée de besoins, elles peuvent donner l'actualité du monde en instantané, créer des vocations, former des autodidactes par exemple. Ensuite, on remarque une simplification et accélération des process en évitant les déplacements pour les démarches administratives qui se dématérialisent de plus en plus, ou lorsque l'on regarde les sites de e-commerce et que l'on peut commander tout un tas d'objets, meubles, vêtements tout en restant chez soi, que les délais de livraison sont souvent très rapides et qu'*in fine* tout est à portée de smartphones.

Cette digitalisation va toucher tous les secteurs connus sans exceptions avec en premier lieu le secteur des télécommunications avec les fournisseurs d'accès à internet qui vont développer le digital et le rendre accessible. Ensuite, le secteur des banques et assurances est très impacté par le digital car ils ont pu investir énormément dans le développement du digital et avec les datas des clients ils ont pu assurer des services très pertinents contribuant au bon fonctionnement de cette transformation afin de répondre aux besoins de leurs clients et de leurs employés, de simplifier les process et d'augmenter l'accessibilité en ayant recours à l'automatisation ou encore des techniques d'intelligence artificielle. (7)

Le secteur automobile investit également beaucoup dans la recherche et le développement sur les voitures connectées, à hauteur de 360 millions d'euros par an. Ils utilisent une part de leur budget annuel dans les datas de leurs clients afin de mieux comprendre les attentes des consommateurs, de mieux répondre à leurs besoins et ainsi d'optimiser les couts.

Plus globalement, le secteur industriel se modernise et cette modernisation va également passer par le digital. On peut compter cet investissement entre 20 millions à 1 milliard d'euros par an avec l'apparition d'outils digitaux spécifiques et innovants comme des robots, des automatisations de circuit de l'Internet Of Object (IoT), de la récolte de données, de l'Intelligence Artificielle (IA), de la blockchain, de l'analyse live, des impressions 3D... (8)

Ces transformations digitales se font de manière très rapide et marquent un net changement par rapport au passé. Difficile de retourner aux anciennes méthodes une fois que l'on a touché au digital. (9)

La « révolution digitale » va se différencier des autres révolutions par trois points : le monopole. En effet, nous sommes tous dépendants du numérique et ils monopolisent toute la publicité online par exemple avec 78% de la publicité online faite par Google et Facebook en France et ce taux monte à 90% pour la publicité mobile. Ensuite on retrouve la polarisation de la société avec des inégalités croissantes et plus distinctives. En effet, chacun est libre de s'informer par soi-même et d'effectuer le travail personnel qu'il veut avec une infinité de ressources à disposition gratuitement. Enfin, on remarque que la frontière entre vie privée et vie publique est très mince avec le numérique notamment avec l'émergence des réseaux sociaux, la modération etc. Les mœurs changent et notre façon de voir les choses qui nous entourent, notre façon de penser va évoluer avec ce bouleversement. (10)

L'innovation en santé plus spécifiquement, correspond à un bénéfice apporté à une personne. Elle est diagnostique, thérapeutique, technologique, numérique organisationnelle et comportementale. L'innovation en santé aujourd'hui va se rapprocher des concepts de médecine personnalisée ou préventive et centrée sur le patient. (11)

L'innovation en santé se traduit aujourd'hui par le digital qui fait partie intégrante de la vie quotidienne dans tous les domaines. En effet, les outils connectés sont de plus en plus utilisés en santé par les patients et les professionnels de santé, ils sont de plus en plus intelligents, autonomes, et moins invasifs. On a par exemple à disposition des robots téléguidés qui assistent les chirurgiens lors d'opérations très précises, le patch DevInnova capable de prédire un infarctus du myocarde, une apnée du sommeil ou un accident vasculaire cérébral. Ces outils vont permettre d'enregistrer des données de santé nécessaires pour l'équipe médicale afin de mieux adapter les traitements et d'assurer un suivi des pathologies des patients. Ces données vont également permettre au patient de contrôler lui-même ses constantes physiologiques et ainsi devenir un acteur majeur de ses soins.

En effet, les tendances montrent que la population est de plus en plus investie et intéressée dans sa santé, qui, grâce au numérique, devient même un divertissement. Il existe même des jeux vidéo de réalité virtuelle utilisés dans le traitement des addictions, du diabète ou des AVC et validés par les autorités de santé. Le numérique en santé est en train de moduler la médecine de demain en s'insérant à tous les niveaux du parcours de santé. Il fait évoluer les techniques de soins, les méthodes de traitement, la prise en charge, la prévention. [\(12\)](#)

On peut remarquer également un intérêt grandissant pour les traitements ancestraux naturels et les thérapies non pharmacologiques. En effet, les patients ont tendance à s'éloigner des traitements médicamenteux traditionnels qui renvoient à une vision assez ancienne et chimique, peu naturelle, à l'inverse des aspirations sociétales actuelles. En effet, la société a évolué pour se tourner du côté du naturel, de l'écologie, du respect de l'environnement et associe, parfois à tort, les remèdes alternatifs, naturels et traditionnels comme inoffensifs *a contrario* des traitements médicamenteux chimiques. Cela peut s'expliquer par deux phénomènes, tout d'abord, le grand public n'est pas attiré par la prise de traitements chimiques et à subir les effets indésirables associés à ceux-ci, et ensuite, les tendances actuelles se concentrent sur les thérapies non médicamenteuses qui, à la différence des traitements médicamenteux chimiques, sont non invasives et entrent plus dans cette vision de bien-être, divertissement et plaisir. De plus, 83% des français pensent que ces thérapies sont complémentaires avec les traitements conventionnels et 71% pensent que ces thérapies non pharmacologiques peuvent régler des problèmes que la médecine conventionnelle ne peut pas résoudre. [\(13\)](#)

Ces tendances ont permis d'investir plus dans les recherches associées à ces traitements alternatifs afin de découvrir leurs bases scientifiques, leurs fonctionnements et dans quelles circonstances cela fonctionne.

Cela donne des pistes de recherche prometteuses afin de trouver des nouveaux adjuvants aux traitements médicamenteux, d'améliorer la qualité de vie des patients et de traiter de façon plus efficaces certaines pathologies.

Les thérapies non médicamenteuses sont utilisées dans plusieurs domaines comme la réduction de la douleur, la réduction des troubles du comportement, la stimulation des liens sociaux, la stimulation des capacités motrices, cognitives ou sensorielles. Plusieurs thérapies sont reconnues comme ayant des effets bénéfiques comme l'aromathérapie, la balnéothérapie, l'art-thérapie, l'acupuncture, l'orthophonie ou encore la musicothérapie.

Nous allons nous intéresser plus longuement à la musicothérapie, mais tout d'abord à la musique en général. Emmanuel Kant disait que « la musique est la langue des émotions ». (14) En effet, la musique est universelle et peut être source de sensations fortes. Cela peut s'expliquer par le fait que lorsque la musique pénètre notre organisme il y a un effet de synchronisation qui va activer huit mécanismes de traitement du signal de façon simultanée. Cette synchronisation va être à l'origine de changements physiologiques et biochimiques, et va être responsable de la libération de nombreux neurotransmetteurs avec un rôle sur l'humeur. Nous verrons plus tard dans cette revue que la musique va procurer du plaisir comparable au plaisir que peut procurer la nourriture, l'argent, le sexe, en activant notamment le circuit de la récompense. Ensuite, la musique est internationale et se retrouve dans toutes les civilisations depuis la Préhistoire. Elle a des significations différentes en fonction des cultures et des peuples mais laisse toujours transparaître messages et émotions et joue un rôle important dans les interactions sociales. Elle permet l'expression individuelle, le rassemblement collectif (fêtes, danses) et représente la culture d'une civilisation (chants, hymne, folklore, religion...). La musique a un rôle esthétique et de divertissement évidemment, mais également un rôle plus profond de communication, d'exutoire, elle remémore des souvenirs et des événements très personnels propres à chacun. (15) De plus la musique va agir sur notre organisme par plusieurs moyens comme la mélodie, le tempo, le rythme... Ces facteurs vont influencer notre perception et les émotions procurées. Elle n'agit pas uniquement grâce à son esthétisme puisqu'elle a par exemple des propriétés relaxantes et apaisantes sur les nouveau-nés. (16) La musique a des vertus thérapeutiques sur la douleur et l'anxiété que l'on va retrouver dans une thérapie non médicamenteuse nommée musicothérapie, qui est l'objet de cette thèse. Alors que l'on se questionne sur les bénéfices thérapeutiques de la musique depuis des millénaires, pendant l'Antiquité grecque, égyptienne, la Renaissance, les différentes guerres, Jacques Jost est le pionnier français qui va remettre à l'ordre du jour cette hypothèse de thérapie par la musique en 1954. (17) Les séances de musicothérapie vont être effectuées par un musicothérapeute professionnel avec deux méthodes, l'application active lorsque le musicothérapeute va travailler sur une pratique instrumentale avec ses patients, cela va favoriser l'expression de soi, la communication et les interactions sociales. La deuxième méthode est celle de l'application réceptive, dont le but est d'écouter de la musique afin de soulager l'anxiété, les douleurs ou la dépression.



Les séances s'appliquent à toutes les catégories de personnes (nourrissons, enfants, adultes, personnes âgées). ([18](#), [19](#))

Nous allons nous intéresser aux effets thérapeutiques de la musicothérapie sous forme réceptive et de sa mise en place dans le cadre des douleurs et de l'anxiété.

Durant une quarantaine d'années, des recherches sont menées afin d'essayer de comprendre les mécanismes d'action de l'onde musicale sur l'organisme. Des recherches ont été mises en place sur tous les types de service hospitalier comme en anesthésiologie, pédiatrie, cardiologie, les urgences, les soins palliatifs ou encore en oncologie.

Cependant, il n'existe toujours pas de recommandations spécifiques pour l'utilisation de la musicothérapie. De plus, il existe très peu d'études menées en ambulatoire, pourtant il pourrait être intéressant d'utiliser ce type de thérapie numérique de façon autonome en médecine générale. Les études réalisées montrent une réduction significative de la douleur et des symptômes liés à la douleur. ([20](#))

La douleur est une sensation désagréable subjective dont nous allons détailler les caractéristiques dans la première partie. Cependant, la douleur est un problème majeur mondial de santé. Tout le monde a déjà expérimenté des douleurs de faible intensité dans sa vie, mais il existe des douleurs très intenses ou persistantes qui ont besoin d'être traitées et dont les traitements de première intention ne sont pas toujours adaptés et efficaces. Les douleurs vont réduire la qualité de vie et également induire potentiellement de l'anxiété et *in fine* une dépression et dégrader les relations sociales et familiales. On estime qu'actuellement une personne sur cinq dans le monde souffre de douleurs chroniques modérées à sévères. De plus, 39% des personnes souffrant de douleurs chroniques ont la perception que leur traitement n'est pas le mieux adapté. Cela s'explique par le fait que la douleur est subjective et qu'il est difficile pour les professionnels de santé de caractériser son intensité, sa localisation et l'impact psychologique sur le patient. La douleur peut être une maladie à part entière mais également un symptôme de nombreuses maladies, c'est pourquoi c'est un enjeu majeur de santé publique. De plus, sa prise en charge va directement influencer sur l'amélioration des pathologies associées et de l'état de santé général du patient. ([21](#))

Après cette introduction, trois hypothèses semblent se démarquer :

- **H1 : La musicothérapie est un adjuvant significativement efficace aux traitements contre la douleur peu importe sa localisation (effet différent de l'effet placebo).**
- **H2 : La musicothérapie sous une forme digitale est accessible à tous.**
- **H3 : Cette thérapie n'a aucun effet indésirable.**

Pour répondre à ces hypothèses nous allons voir en détail dans la partie 1, la douleur, avec ses définitions et données épidémiologiques, le mécanisme d'action de la douleur aiguë et chronique, les techniques d'évaluation de la douleur et enfin les traitements médicamenteux utilisés pour la soulager.

Dans une deuxième partie, nous aborderons la musicothérapie appliquée à la douleur avec une revue de littérature nous permettant de répondre à nos hypothèses ainsi qu'au sujet de cette thèse.

## 2. LA DOULEUR

### 2.1. INTRODUCTION

Platon disait « La Douleur nous apprend à mieux connaître la vie. ». Est-il donc nécessaire de connaître la douleur pour évoluer, pour s'améliorer ou bien pour son enrichissement personnel ?

Depuis toujours l'Homme côtoie la douleur, l'Homme ne cesse d'apprendre et d'évoluer, la technologie aussi.

Toute personne a connu la douleur dans sa vie, mais de quelle douleur parle-t-on ? Petite douleur, douleur insoutenable, douleur physique, douleur mécanique, douleur chimique ? Sont-elles comparables ? Y en a-t-elle des pires que d'autres ? Que représente-t-elle ?

Une enquête réalisée en 2014 révèle que 92% des français interrogés ont souffert d'une douleur de courte durée ou persistante au cours des 12 derniers mois. [\(22\)](#).

On pourrait définir la douleur, selon l'International Association for the Study of the Pain (IAFSP) comme « *Une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable associée ou ressemblant à celle associée à une lésion tissulaire réelle ou potentielle* ». Elle agit comme un signal d'alarme automatique de notre corps afin de nous faire prendre conscience que quelque chose n'est pas normal. Si les mécanismes de déclenchement de la douleur sont les mêmes pour tous, elle reste cependant difficile à définir car sa perception, elle, est personnelle et subjective. [\(23\)](#) Ces différences de perception dépendent d'une multitude de facteurs comme la cause de la douleur, le mental, la culture, les émotions, l'environnement, l'éducation... En effet, certains facteurs sont capables d'augmenter la douleur comme par exemple la fatigue, le stress, la tristesse, le désespoir, la démoralisation, la tension, la nervosité, la colère, la peur, l'anxiété, l'inquiétude, l'isolement, les insomnies, la mauvaise forme physique... et d'autres en revanche peuvent diminuer la douleur comme le repos, les occupations, la joie, le calme, l'assurance, les contacts humains, la tranquillité, la confiance en soi, l'optimisme, la relaxation, une bonne condition physique, un sommeil réparateur. [\(24\)](#)

La douleur se manifeste par :

- Une **sensation physique**, caractérisée par la localisation, l'intensité et l'évolution de la douleur (« ça pique », « ça brûle », ça fait « un peu » ou « très mal », « ça augmente » ou « ça diminue »).

- Une **émotion**, correspondant au ressenti moral (« c'est désagréable », « c'est pénible », « c'est inquiétant », « c'est insupportable »).
- Un **comportement**, correspondant aux façons de réagir à la douleur, de l'exprimer par le corps ou par la parole (position, grimace, pleurs, cris, plainte) ;
- Une **réaction mentale**, correspondant aux moyens de gestion de la douleur, de son interprétation, de chercher à continuer une vie normale en essayant de ne pas la prendre en compte.

Pour espérer soulager sa douleur, il faudra donc prendre en compte tous ces aspects qui sont intimement liés. (25) C'est un domaine très important puisqu'apparemment 2/3 des consultations médicales seraient liées à la douleur. Il existe une classification des douleurs selon leur nature et leur durée. On distingue notamment la douleur aiguë (inférieure à trois mois) de la douleur chronique (supérieure à trois mois). Ces deux types de douleurs vont avoir un rôle significativement différent.

En effet, la douleur aiguë va agir en signal d'alarme pour le corps, devenant un symptôme avertissant qu'il y a un problème à traiter tandis que la douleur chronique va se transformer en douleur permanente et en maladie à part entière avec ses propres symptômes. Elle ne va plus avoir de rôle de signal d'alarme mais va s'auto-entretenir.

Ensuite, on peut classer les douleurs en 4 catégories selon leurs mécanismes physiopathologiques :

- Les **douleurs inflammatoires** (ex : douleurs articulaires).
- Les **douleurs neuropathiques** (ex : blessures, lésion de nerfs).
- Les **douleurs mixtes** qui associent une composante inflammatoire et une composante neuropathique (ex : post chirurgie, cancer).
- Les **douleurs nociplastiques** (ex : altération des systèmes de détection de la douleur). Elles ont été définies récemment et définissent une douleur sans lésions apparentes, dues au simple fait de modification des systèmes de contrôle de la modulation de la douleur. On retrouve ce type de douleurs chez les personnes atteintes de céphalées chroniques, de fibromyalgies ou de troubles fonctionnels intestinaux. (26)

Si l'on se concentre sur la création d'une douleur et son cheminement, on s'aperçoit que des récepteurs spécialisés de la douleur, appelés nocicepteurs, sont présents partout à la surface de la peau et dans la plupart de nos organes.

Ils ne sont pas identiques entre eux, chacun est spécialisé dans la transmission d'une sensation particulière (brûlure, piqure, température...). Ils vont donc réceptionner le signal d'alerte sous forme de message nerveux qui va être transmis directement au cerveau. Le cerveau va alors interpréter ce message nociceptif afin de prendre une décision en fonction de différents paramètres comme par exemple les expériences précédentes de la douleur, l'état émotionnel, l'intensité du signal... Puis il va ordonner l'action à effectuer pour se protéger. De plus, dans le système nerveux, des mécanismes régulateurs peuvent moduler le message nociceptif afin de l'augmenter, la réduire ou l'interrompre. La théorie du gate control émise en 1965 par Melzac et Wall nous explique que l'information douloureuse passerait par une porte au niveau de la moelle épinière qui s'ouvrirait ou se refermerait selon l'activation des différentes fibres nerveuses, modifiant ainsi le signal douloureux. (27)

Nous allons commencer par voir dans cette première partie, les mécanismes d'action des douleurs aiguës, ensuite le mécanisme d'action des douleurs chroniques, ensuite nous verrons les outils d'évaluation de la douleur, et enfin les traitements traditionnels contre la douleur.

## **2.2. LA DOULEUR AIGUE**

La douleur aiguë est une douleur franche et limitée dans le temps et dans la majorité des cas unifactorielle. Son rôle est d'alarmer le corps d'une situation anormale afin de protéger l'organisme. Elle survient suite à un stimulus nociceptif de forte intensité. Sa durée est généralement inférieure à un mois (quelques heures, quelques jours) et peut atteindre trois mois avant d'être considérée comme douleur chronique. C'est le premier motif de consultation aux urgences ainsi qu'en ville. Les types de douleur aiguë les plus courantes sont les petits traumatismes, maux de tête, maux de gorge...

Cependant, elle n'est pas encore identifiée correctement ce qui implique que l'on pourrait améliorer sa prise en charge et la soulager de façon plus efficace et adaptée.

De plus, une mauvaise prise en charge d'une douleur aiguë peut mener à des douleurs chroniques plus difficiles à traiter. (28)

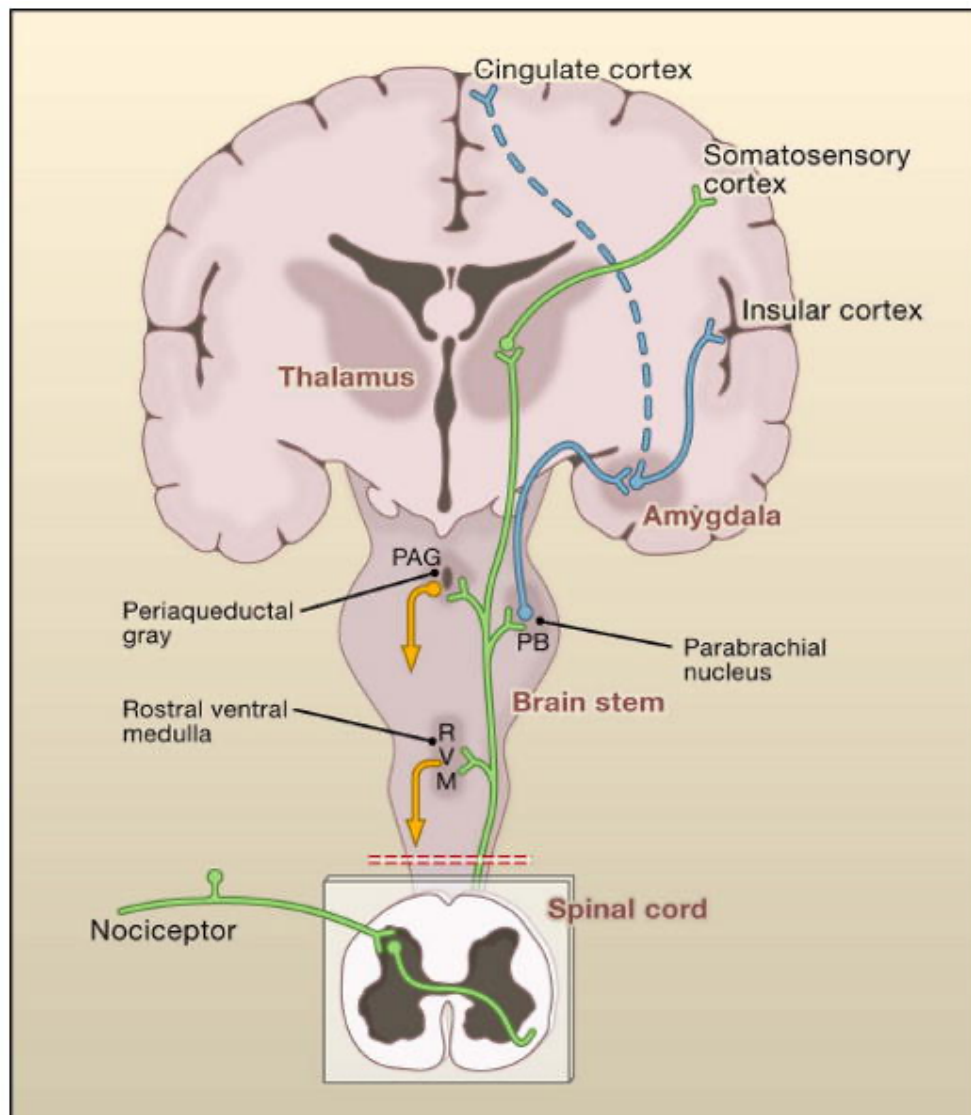


Figure 1 : Cheminement de la douleur : d'un signal externe à la sensation de douleur (29)

En bref, dans le mécanisme d'action de la douleur, un ou plusieurs récepteurs, appelés nocicepteurs, vont capter une stimulation d'intensité élevée sous forme d'énergie physique, qui va ensuite être transformée en éléments chimiques tissulaires puis vont être traduits en énergie électrique dans les neurones (transduction sensorielle) afin de générer ce que l'on appelle un potentiel d'action (PA). Dans la corne dorsale de la moelle épinière, étant la terminaison de ces nocicepteurs, on va avoir les PA qui induisent la libération de neuromodulateurs et de molécules de signalisation dans la fente synaptique afin de réguler l'information concernant la douleur et de la transmettre ou de l'inhiber.

Si cette information n'est pas inhibée, elle va aller de fibres nerveuses en fibres nerveuses, en faisant des points de relai par différents neurones jusqu'au cortex cérébral qui va générer la perception de la sensation en guise de réponse. (30)

Durant son parcours (à travers le neurone afférent primaire, la corne dorsale de la moelle épinière ou le centre cérébral supérieur), plusieurs neurones vont intervenir pour moduler ce signal de façon à envoyer une réponse douloureuse d'intensité plus ou moins forte.

D'un point de vue localisation anatomique, il y a 3 étapes principales dans la perception de la douleur : la sensibilité à la douleur, la transmission des signaux de la périphérie à la corne dorsale située dans la moelle épinière via le système nerveux périphérique (SNP), et enfin la transmission des signaux vers le cerveau supérieur via le système nerveux central (SNC). *In fine*, de nombreuses structures cérébrales vont participer au décodage de l'information douloureuse que nous détaillerons par la suite.

Ces signaux se transmettent par les voies ascendantes et descendantes. Les voies ascendantes transportent les informations sensorielles de la périphérie au cerveau via la moelle épinière tandis que les voies descendantes transportent par l'intermédiaire des nerfs des réponses du cerveau aux organes réflexes via la moelle épinière. Le SNC et le SNP sont impliqués dans le mécanisme et les voies de toutes les variations de la perception de la douleur. Le SNP est composé des nerfs et ganglions situés à l'extérieur du cerveau et de la moelle épinière, fonctionnant principalement pour connecter le SNC aux organes et aux membres. D'autre part, le SNC est composé de la moelle épinière et du cerveau, il est principalement chargé d'intégrer et d'interpréter les informations envoyées par le SNP, puis de coordonner toutes les activités de notre corps, avant d'envoyer une réponse vers les organes effecteurs. (cf *figure 1*) (31, 32)

Nous allons maintenant voir plus en détail les différents acteurs de ce parcours, impliqués dans le signal douloureux.

### **2.2.1. Les nocicepteurs**

Les récepteurs de la douleur, appelés nocicepteurs, sont les premiers à devoir alerter notre organisme. Ils sont activés lors d'une stimulation élevée par un stimulus portant atteinte à l'intégrité de l'organisme dit stimulus nociceptif (33). Ils correspondent aux terminaisons libres amyéliniques ou faiblement myélinisés des fibres nerveuses A $\delta$  et C.

Le système nociceptif peut être activé par plusieurs stimulations d'intensité élevée :

- Mécanique (pincement, pression)
- Thermique (chaud ou froid)
- Chimique (piqûre d'insecte, acide, ...)

Il existe plusieurs types de nocicepteurs, spécialisés dans la transmission d'une sensation définie. Ainsi, 75 à 80% des nocicepteurs sont des récepteurs polymodaux (ils vont répondre à différentes modalités de stimulation). (34) Les nocicepteurs sont situés dans toutes les parties du corps (la peau, les organes, les muqueuses, les muscles, etc...). Le rôle des nocicepteurs est de décoder un message externe physique afin de le traduire en message électrique pour que le message puisse circuler via les fibres afférentes primaires (FAP) en passant par la moelle épinière jusqu'au cerveau qui va induire la réponse à cette information. Les corps cellulaires des nocicepteurs sont situés dans les ganglions de la racine dorsale de la moelle épinière. (35)

### 2.2.2. Les Fibres Afférentes Primaires

Les fibres afférentes primaires (FAP) conduisent l'influx de la périphérie (nocicepteurs situés dans la peau, les articulations, les organes, les viscères) jusqu'au premier relai dans la corne postérieure de la moelle épinière située dans le SNC. On distingue 2 classes de FAP impliquées dans la douleur, qui sont caractérisées par leurs propriétés fonctionnelles et leurs caractéristiques électrophysiologiques :

- Les fibres A $\delta$ , myélinisées (vitesse de conduction rapide due à la myéline).
- Les fibres C, multimodales, non myélinisées (vitesse de conduction plus lente).
- Autres : A $\alpha$ ; A $\beta$  : non impliquées dans la conduction douloureuse.

Les fibres A $\delta$  sont des fibres de calibre moyen (1-6  $\mu$ m de diamètre), légèrement myélinisées (sauf à leur extrémité), permettant une vitesse de conduction rapide. Elles sont localisées principalement en cutané et viscéral et sont responsables d'une douleur immédiate et localisée (ex : piquûre, brûlure). On en retrouve deux types :

- **Type I**, sur une peau poilue et glabre : avec une sensibilité mécanique (piqûre, pincement), une sensibilité thermique intense (>53°C lors d'un stimulus bref et >40-50°C lors d'un stimulus prolongé).



- **Type II**, sur une peau poilue : avec une insensibilité mécanique et une plus grande sensibilité thermique (chaud) que les fibres de type 1.

Les fibres C représentent 60 à 90% des fibres afférentes cutanées, musculaires, articulaires et viscérales, ce sont les plus représentées. Elles sont de petit calibre (0,3 à 2µm de diamètre), non myélinisées, avec une vitesse de conduction lente.

Elles répondent à des stimuli mécaniques intenses, thermiques (chaud ou froid) et chimiques pour une perception tardive et diffuse de la douleur. Leur réponse et le type de fibre C en jeu peuvent être différenciés par les canaux ioniques qu'elles expriment. Certains vont réagir aux températures élevées (>41°C comme TRPV1 sensible à la capsaïcine), au froid (<25°C comme TRPM8 sensible au menthol), aux irritants chimiques (TRPA1) ou à l'acidité (ASIC). On retrouve deux types de fibres :

- **Les fibres C peptidergiques**, sensibles à la capsaïcine (présence du récepteur TRPV1). Elles vont synthétiser et libérer des neuropeptides vaso-actifs comme le CGRP (peptide relié au gène calcitonine) et la substance P, ils expriment les récepteurs du NGF (TrkA) responsables de l'inflammation neurogène (mécanisme au cours de la crise migraineuse). Tous ces médiateurs chimiques vont activer les fibres nerveuses voisines ce qui va étendre le phénomène d'inflammation et provoquer la douleur.
- **Fibres C non peptidergiques** qui ne synthétisent pas de peptides liés à la douleur et à l'inflammation. ([36](#))

### 2.2.3. Mécanisme d'action du processus douloureux

La douleur aiguë résulte de stimulations nociceptives de hautes intensités déclenchant des réactions physiologiques en cascade afin de mener le stimulus nociceptif au cerveau et de donner une réponse adaptée afin de protéger l'organisme.

Lorsqu'un stimulus (de nature mécanique, chimique, thermique) d'une certaine intensité, va franchir un certain seuil, les nocicepteurs vont l'intégrer à l'organisme et le décoder sous forme d'un message électrique afin de pouvoir se propager via les FAP impliquées le processus douloureux afin d'atteindre le cerveau.

Le système immunitaire va s'activer et produire des médiateurs chimiques provenant de cellules lésées et des cellules immunitaires comme les bradykinines, les cytokines pro-inflammatoires (Tumor Necrosis Factor- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), InterLeukine-1 (IL-1), neurotrophines, Nerve

Growth Factor (NGF)), de l'histamine, de la sérotonine, des prostaglandines, des leucotriènes, de la neurokinine A, de la substance P etc. Tous ces médiateurs vont avoir un rôle dans la sensibilisation et l'activation des fibres A $\delta$  et C en diminuant le seuil d'activation et en augmentant la réponse aux stimuli. L'information va circuler via les fibres A $\delta$  et C sous la forme d'un message électrique qu'on appelle le potentiel d'action (PA). Le PA se transmet à l'identique le long des fibres de synapse en synapse grâce à des canaux voltage dépendant.

Ce chemin va posséder 3 relais : L'information externe va stimuler les nocicepteurs qui vont transmettre les informations reçues, via leurs fibres afférentes, aux neurones de projection situés dans la corne dorsale de la moelle épinière. Ils jouent un rôle dans la signalisation de la présence, de la localisation et de l'intensité de la douleur. Les neurones de projection de la corne dorsale décussent et montent dans le tractus spinothalamique latéral jusqu'aux noyaux postéro-latéraux ventraux du thalamus. Ce tractus spinothalamique est situé dans la substance blanche de la moelle épinière et se compose de deux parties avec chacune des fonctions distinctes. Les faisceaux spinothalamiques latéraux sont impliqués dans la transmission de la douleur et la sensation de température tandis que les faisceaux spinothalamiques centraux transportent des informations liées au toucher brut et à la sensation de pression. Les faisceaux spinothalamiques latéraux transmettent l'information jusqu'au cortex somatosensoriel et à la matière grise périaqueducale (PAG). (37)

Les études effectuées par IRM fonctionnelle (IRMf) ont permis d'apporter des éléments supplémentaires sur le cheminement de la douleur et les éléments impliqués dans celle-ci. Il a été démontré que le cortex somatosensoriel secondaire, l'insula, le cortex médio-cingulaire et le thalamus sont systématiquement activés indépendamment de la technique d'induction de la douleur, du lieu de la stimulation et du sexe des patients. D'autres régions secondaires ont été identifiées comme jouant un rôle moins important ou moins systématique dans le processus d'une douleur aiguë. Ces régions sont constituées du cortex somatosensoriel primaire, le striatum, le cervelet, l'aire motrice primaire, la substance grise périaqueducal (PAG), le cortex préfrontal (PFC), certaines zones des cortex pariétaux et le gyrus parahippocampique, le ganglion basal (putamen, caudate et palladium), l'amygdale.

En fonction du type de douleur, ces différentes zones cérébrales sont plus ou moins activées. Par exemple, lors d'une douleur de type thermique, on peut voir une activation plus forte au niveau du cortex médio cingulaire bilatéral tandis que l'activation est plus forte dans l'insula droit pour les douleurs non thermiques.

On peut également remarquer une différence significative entre les douleurs de type électrique et les douleurs de type mécanique avec une activation plus forte du thalamus droit et du gyrus temporal supérieur droit. Ce qui va donc définir le ressenti de la douleur sera le taux d'activation des zones cérébrales impliquées dans la douleur en fonction du type de douleur reçue.

Ensuite, les différentes études sur le sujet ont montré que la localisation de la douleur, côté droit ou gauche, distale ou proximale, ne va pas influencer sur l'activation des zones cérébrales et vont être identiques.

Enfin, les aires cérébrales les plus constamment activées lors de la douleur aiguë comprennent le thalamus bilatéral, l'insula bilatérale, le Cortex somatosensoriel secondaire bilatéral et le Cortex médio cingulaire bilatéral.

De plus, l'amygdale, l'hypothalamus, la PAG et le noyau accumbens (NAc) sont impliqués dans la mémoire et les aspects affectifs de la douleur. Toutes ces régions jouent un rôle dans les réponses supraspinales des voies de la douleur.

Les cortex somesthésiques primaire et secondaire vont nous donner l'information spatiale, temporelle, ainsi que le descriptif de l'intensité du stimulus douloureux. Ils vont être impliqués dans les aspects sensoriels-discriminatifs mais aussi affectif-motivationnels de la douleur.

Le cortex cingulaire antérieur et le cortex cingulaire médio cingulaire bilatéral sont impliqués dans la composante affective, émotionnelle ainsi que la modulation des réponses motrices et autonomes.

Le PFC est impliqué dans la composante cognitive et émotionnelle.

L'Insula est impliquée dans l'affect, l'aspect motivationnel et émotionnel de la douleur et la mémoire.

L'amygdale est impliquée dans la peur, le stress, et l'anxiété liée à la douleur, et est associée à une modulation affective de la douleur. Elle va également jouer un rôle intéressant dans la douleur chronique et est impliquée dans la consolidation des souvenirs émotionnels relatifs aux événements douloureux ou stressant.

L'hippocampe, constituant du système limbique est impliqué dans la mémoire déclarative et épisodique et est en communication avec des structures impliquées dans l'émotion et la cognition. Les changements de volumes de l'hippocampe sont associés à un fort risque d'état dépressif ou d'autres troubles psychiatriques et sont également retrouvés lors de douleurs chroniques.

De plus, la connectivité intrinsèque et la connectivité corticale de l'hippocampe sont modifiées avec la chronicisation de la douleur. Ensuite, la connectivité fonctionnelle va être altérée de façon significative entre l'hippocampe et le reste du cerveau ; Sur les modèles animaux de type rongeur, on retrouve également des altérations dues à la persistance de la douleur.

Le cervelet, la zone moteur primaire et la zone moteur supplémentaire sont associés aux réactions d'évitement de la douleur.

Des modifications de connectivité entre les différents éléments du SNC peuvent conduire à une chronicité de la douleur. Des études montrent que la plasticité du NAc va entraîner des douleurs chroniques localisées au niveau du dos notamment.

Le PAG est situé dans le tronc cérébral et va moduler les informations ascendantes et descendantes de la douleur et régule également les comportements émotionnels et motivationnels.

Ensuite, les neurotransmetteurs vont avoir un rôle important dans la persistance de la douleur. Les cellules gliales vont libérer des neurotransmetteurs dans la fente synaptique afin d'entretenir ces signaux douloureux et de développer et maintenir cette douleur chronique. Leur objectif est d'activer ou de désactiver les neurones nociceptifs du SNC. Le glutamate, neurotransmetteur excitateur, par exemple va avoir un rôle dans la transmission des informations douloureuses mais également dans les changements plastiques dans le cortex et dans la sensibilisation centrale.

Le GABA, neurotransmetteur inhibiteur, module la douleur en régulant la transmission des signaux nociceptifs. Son contrôle inhibiteur est diminué lors de douleurs neuropathiques et inflammatoires entraînant une excitation accrue et le phénomène de sensibilisation centrale.

Les facteurs de croissance comme le facteur de croissance nerveuse (NGF) vont jouer un rôle dans le développement et la modulation de la douleur chronique.

La signalisation NGF va favoriser la germination de fibres nociceptives dans les tissus périphériques, entraînant une hyperinnervation ce qui va provoquer la douleur.

L'état général du patient peut moduler l'intensité de la douleur ressentie. La manipulation de l'état attentionnel diminue l'intensité perçue de la douleur mais pas son caractère déplaisant. La modification de l'humeur, tout comme l'émotion, accroît le caractère déplaisant de la douleur sans en modifier l'intensité perçue. (cf figure 2)

On peut en conclure que l'information douloureuse implique de multiples régions cérébrales qui sont interconnectées entre elles afin de donner la réponse la plus complète possible. (38, 39)

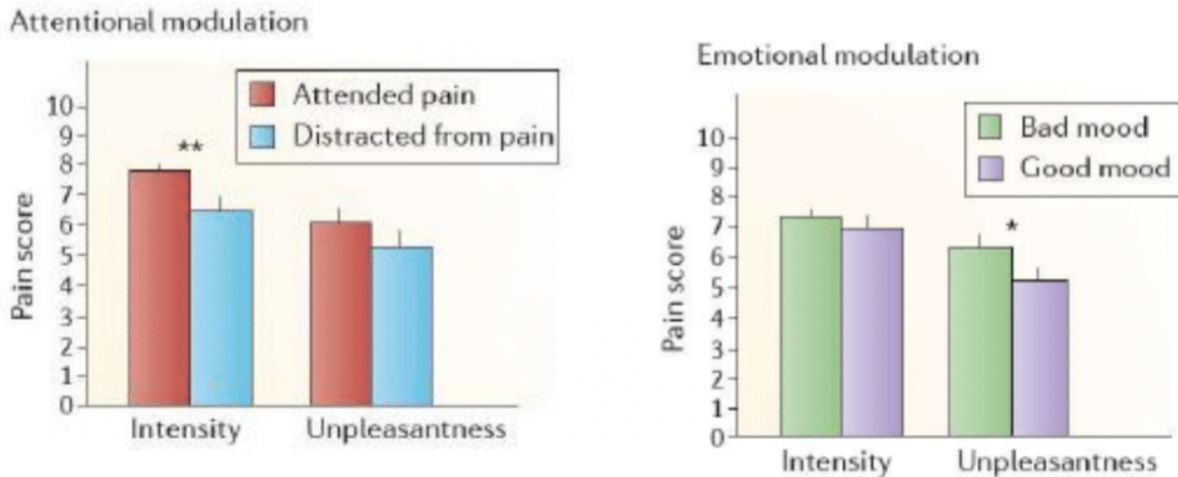


Figure 2 : Caractéristiques de la douleur dépendant de la modulation émotionnelle et attentionnelle (40)

### 2.3. LA DOULEUR CHRONIQUE

La Haute Autorité de Santé (HAS) définit la **douleur chronique** comme « une douleur évoluant depuis plus de 3 mois et affectant de façon péjorative le comportement ou le bien-être du patient ». Elle peut être due à la mauvaise prise en charge d'une douleur aiguë donnant lieu à un traitement inadapté, ne la soulageant pas correctement qui va donc se prolonger et se chroniciser. On observe souvent une détérioration fonctionnelle et relationnelle lors de douleurs chroniques. (41) Elle va toujours survenir après une phase de douleur aiguë. En effet, comme détaillé dans la partie 1.1, la douleur aiguë a une fonction de signal d'alarme, de protection de l'organisme et de ce fait, va être de courte durée. Quelques heures, quelques jours, jusqu'à entre 3 et 6 mois pour les douleurs aiguës difficiles à traiter. Au-delà de cette durée, les mécanismes d'action impliqués dans cette douleur vont évoluer pour devenir ce que l'on va qualifier de douleur chronique qui est une douleur récurrente, persistante difficile à traiter et qui va perdre sa fonction d'alarme et de protection. Elle n'aura plus aucune fonction utile pour l'organisme et va être décrite comme une pathologie multifactorielle à part entière, avec des facteurs d'entretien psychologiques, socio-culturels, cognitifs et des conséquences physiques, morales et sociales ayant un impact sur la qualité de vie des patients, et pouvant mener à des co-pathologies à composante émotionnelle comme la dépression par exemple. (42)

La douleur ayant une grande composante personnelle, émotionnelle et subjective, il va être difficile d'identifier clairement et précisément une douleur chronique et *in fine* difficile de pouvoir soulager cette douleur, au risque de pouvoir même l'aggraver.

La douleur chronique est associée à de multiples troubles du SNC, elle est donc considérée, elle-même comme un trouble du SNC. Comme énoncé précédemment, c'est une douleur inutile qui n'a pas de processus de guérison naturel à la différence des douleurs aiguës. (43)

La douleur chronique est un enjeu de santé publique, avec plus d'un tiers de la population actuelle concernée, les autorités françaises ont pu élaborer plusieurs plans de prise en charge des douleurs chroniques et d'amélioration du parcours de santé afin de limiter les coûts attribués à cette pathologie et également d'améliorer les conditions de vie. Ainsi, un premier plan d'action contre la douleur est appliqué en 1998 avec pour objectif, une meilleure prise en charge de la douleur chronique via la mise en place de structures pluridisciplinaires. Ensuite, le soulagement de la douleur a été reconnu comme un droit fondamental du patient par la loi Santé du 4 mars 2002. Ensuite, de 2002 à 2005, il y a eu le 2<sup>nd</sup> plan douleur avec pour objectif d'améliorer la prise en charge des douleurs post opératoires, migraines et céphalées, lombalgies, cancéreuses, de l'enfant et de fin de vie. De 2006 à 2010, le troisième plan douleur s'est axé sur l'amélioration de la prise en charge des personnes vulnérables, une utilisation plus adaptée des traitements et le renforcement de la formation des professionnels de santé. Enfin, en 2011, le haut conseil de la santé publique a recommandé l'application d'un quatrième plan douleur axé sur la formation des professionnels de santé, le développement personnel continu, l'information et la sensibilisation des citoyens, mais celui-ci n'a pour l'instant jamais vu le jour. (44, 45)

Nous allons voir dans cette partie les données épidémiologiques concernant les douleurs chroniques, puis le mécanisme d'action de celles-ci ainsi que les différences d'un point de vue anatomique et physiologique avec les douleurs aiguës vues précédemment.

### **2.3.1. Données épidémiologiques**

Les données épidémiologiques nous montrent que la prévalence de la douleur chronique varie de 10,1% à 55,2% selon les études internationales et françaises, elle augmente avec l'âge et elle touche plus de femmes que d'hommes (cf annexe 1). Personne n'est cependant épargné par les douleurs chroniques ou récurrentes, puisque 25% des enfants et adolescents seraient concernés par cette pathologie.

La durée moyenne des douleurs chroniques chez les français est de 5,7 ans. Actuellement, plus de vingt millions de français, soit 30% de la population adulte souffre de douleurs chroniques et prend tous les jours au moins un antalgique depuis plus de 6 mois selon l'étude STOPNEP (Study of Prevalence of Neuropathic Pain) réalisée par interview téléphonique.

De plus, 70% des personnes souffrant de douleur chronique ne reçoivent pas un traitement adapté à leur douleur. Toujours selon l'étude STOPNEP, 7% de la population générale souffrirait de douleurs neuropathiques liées à des maladies neurologiques (ex : Parkinson, sclérose en plaques, accident vasculaire cérébral...), liées à des lésions des nerfs périphériques (ex : cancers, diabète, séquelles chirurgicales...), liées à certains traitements (chimiothérapies...). (46)

Ensuite, les douleurs chroniques les plus fréquentes sont le mal de dos à 67% et le mal de tête à 62%. De plus, 20% de la population française souffre de migraines dont 2/3 de femmes et de céphalées quotidiennes dites « de tension » ou induites par mésusage ou abus médicamenteux. Les douleurs chroniques touchent 50% des personnages âgés vivant à domicile, 70% de celles vivant en institution et plus de 80% de celles en fin de vie. Ces douleurs chroniques sont handicapantes au quotidien et dégradent la qualité de vie en réduisant la mobilité, favorisant l'isolement et pouvant induire un état anxieux, dépressif ou encore des troubles de la cognition.

La douleur chronique a également un énorme impact social, sociétal et économique. En effet, 40% des patients douloureux chronique ont subi une répercussion directe sur leur emploi mais également sur leur qualité de vie, ou les relations avec leurs proches. L'étude *National Health and Wellness Survey (NHWS)*, effectuée en France en 2010 sur 15 000 personnes, permet d'estimer le poids socio-économique de la douleur et elle nous montre par exemple qu'il existe cinq fois plus d'arrêts maladie longue durée (supérieur à 4 mois) chez les malades souffrant de douleur chroniques que chez celles ne souffrant pas de douleurs chroniques. De plus, les patients ayant déclaré une douleur ont été environ deux fois plus souvent chez leurs professionnels de santé que les patients ne présentant pas de douleurs chroniques (9 consultations, contre 4,8). Lorsque l'on généralise ces résultats à tous les adultes français, on arrive à 72,2 millions de consultations supplémentaires par an. Lorsque l'on prend le tarif d'une consultation chez un médecin généraliste (23 euros en date de l'étude) et du taux de remboursement par l'assurance-maladie (70%), on voit un surcoût annuel de 1,163 milliard d'euros.

Ensuite, voici quelques exemples des coûts de santé liés à la douleur : la migraine par exemple représente 1 milliard d'euros en coûts annuels, les céphalées chroniques représentent 2 milliards d'euros, les lombalgies et les fibromyalgies représentent chacune 6000 euros par patient et par an. (47). Enfin, selon l'étude ECONEP, la prise en charge médicamenteuse de la douleur chronique correspond à 580 €/an par patients et à 950 €/an par patients d'exams complémentaires.

Une prise en charge plus précoce et adaptée pourrait permettre une grosse réduction des coûts notamment liée à la diminution des arrêts de travail et aux comorbidités. (48)

### **2.3.2. La plasticité du SNC à l'origine des douleurs chroniques**

Les voies de la douleur impliquées vont être les mêmes que lors de d'un syndrome douloureux aigu, cependant, suite à la chronicité de la douleur, ces voies vont évoluer et donner des changements morpho-fonctionnels permanents et des réponses pathologiques. Comme énoncé précédemment, la douleur chronique est une pathologie du SNC associée à une dégradation de la qualité de vie, elle est souvent associée avec d'autres pathologies comme la dépression notamment ou d'autres pathologies à composante émotionnelle. Les différentes études ayant pour objectif de comprendre et de déterminer le cheminement de la douleur chronique et quels acteurs sont impliqués.

Un signal nociceptif accru causé par une blessure ou une inflammation va déclencher *in fine* ce que l'on appelle une sensibilisation centrale et périphérique. Cette sensibilisation centrale peut mener à des manifestations douloureuses particulières comme des hyperalgésies ou des allodynies.

Les hyperalgésies se caractérisent par une hypersensibilité à la douleur, la douleur ressentie va être perçue comme plus forte. On distingue l'hyperalgésie primaire se produisant dans les tissus endommagés et l'hyperalgésie secondaire se produisant dans les zones qui entourent les tissus endommagés du fait de la libération de médiateurs chimiques sur des zones normalement non douloureuses.

Les allodynies correspondent au déclenchement d'une réponse douloureuse à partir d'un stimulus considéré comme non douloureux en conditions normales. Ces douleurs peuvent être dues à une inflammation, des maladies métaboliques (cf diabète), les toxines, les tumeurs, les maladies neurologiques.



Une augmentation de l'activité spontanée et de l'excitabilité des neurones de la corne dorsale, une augmentation de réponses des FAP et une hyperactivité des voies de la douleur sont associées à cette sensibilisation centrale. Le mécanisme de sensibilisation centrale s'effectue en impliquant la voie de signalisation du glutamate via l'activation des récepteurs postsynaptiques N-méthyl-D-aspartate (NMDA). Cela va entraîner l'ouverture des canaux ioniques et de fait, un afflux de calcium qui va jouer un rôle primordial dans la plasticité synaptique. Cette plasticité et cette sensibilisation centrale du système nociceptif va entraîner une hypersensibilité à la douleur et une douleur persistante.

Le passage de la douleur aiguë à la douleur chronique va être en partie dû à une plasticité structurelle et fonctionnelle du circuit corticolimbique. En effet, Le circuit corticolimbique va être activé en continu entraînant des altérations anatomiques et fonctionnelles du cortex induisant la chronicisation de la douleur.

Pour rappel, l'information douloureuse va de la périphérie au cerveau en passant par la corne dorsale de la moelle épinière jusqu'à la moelle ventrale rostrale et la PAG. Le signal douloureux va se diffuser au thalamus, aux cortex somatosensoriels primaire et secondaire au PFC, au cortex cingulaire antérieur, à l'amygdale et au NAc. Les zones cérébrales impliquées dans la mémoire et les aspects affectifs de la douleur correspondent à l'hypothalamus, la PAG et les composants du système limbique (NAc, zone tegmentale ventrale (VTA), cortex cingulaire antérieur, amygdale). Ces derniers vont réguler les réponses motivationnelles et émotionnelles. Les cortex somatosensoriels primaire et secondaire, le cortex cingulaire antérieur, le thalamus, l'amygdale, le PFC, la PAG et le cervelet sont impliqués dans la perception de la douleur. Le NAc, le PFC, l'amygdale, l'hippocampe et l'aire tegmentale ventrale (ATV), composant le circuit mésocorticolimbique de la récompense et de la motivation sont fortement impliqués dans la douleur chronique.

Il a été établi que toutes ces régions sont fonctionnellement connectées entre elles, elles s'activent ainsi de façon simultanée lors de douleurs, avec des intensités différentes en fonction du type de douleur. Par exemple, Baliki et al. ont pu démontrer qu'il y avait une plus grande connectivité fonctionnelle entre le PFCmédial (PFCm) et le NAc chez les patients souffrant de maux de dos persistant.

On peut imaginer que la perception de la douleur peut être influencée en changeant les connexions fonctionnelles des différents domaines sur lesquels agissent le PFCm et NAc, à savoir les comportements liés aux émotions, à la motivation et à la récompense. (49)

De plus, plusieurs études ont montré que des composants corticolimbiques et les systèmes en charge des émotions sont associés à la douleur chronique spécifiquement. En effet, le circuit corticolimbique reste activé lorsque les signaux nociceptifs persistent. C'est cette activation permanente qui va entraîner des modifications fonctionnelles et anatomiques du cortex ainsi qu'une évolution de l'état nociceptif vers un état émotionnel via les interactions avec le PFC. Cela va modifier les circuits de la récompense et de la motivation notamment en modifiant la signalisation dopaminergique. Ces adaptations synaptiques vont mener à la création d'un néocortex spécifique de la douleur chronique. En général, on retrouve systématiquement chez les patients souffrant de douleur chronique des réductions de matière grise dans l'hippocampe et l'amygdale.

L'implication de ces deux régions dans la chronicisation de la douleur suggère que la douleur chronique possède une composante affective et émotionnelle et qu'en changeant ces composantes on pourrait réduire voire éliminer la douleur chronique. La réorganisation fonctionnelle du cortex se ferait en l'espace de quelques semaines où l'on verra chuter le taux d'expression des récepteurs dopaminergiques et opioïdiques.

Cette perte de matière grise va être représentée dans différents types de douleurs chroniques comme par exemple le côlon irritable, la migraine, la lombalgie...

En fait tous les composants du système corticolimbique semblent être plus ou moins impliqués dans la douleur chronique, et cette réorganisation des réseaux corticolimbiques diminue la motivation et brouille la perception et la prise de décision associée.

Ce sont ces réorganisations fonctionnelles qui vont être à l'origine de l'association des douleurs chroniques à des co-pathologies affectives et émotionnelles comme notamment, de l'anxiété, de l'anhédonie, des troubles du sommeil, des dépressions plus ou moins sévères. Cependant, les patients atteints de ces comorbidités ont un pronostic d'amélioration de leur état de santé plus pessimiste que les patients n'ayant pas de pathologies associées. Il est également fait état que la prévalence des pensées suicidaires augmente et est plus élevée chez les personnes souffrant de douleur chronique.

De plus, plusieurs études animales ont également montré la composante affective impliquée dans la douleur chronique avec notamment des animaux développant de l'anxiété ou des troubles cognitifs par exemple.

Le PFCm est impliqué dans le traitement émotionnel et cognitif de la douleur chronique, et reflète son intensité.

Son activité neuronale et son volume changent dans divers modèles d'animaux présentant des douleurs chroniques ce que l'on retrouve également chez les patients douloureux chroniques. ([50](#))

Le cortex cingulaire antérieur est impliqué dans le traitement de la modulation de la douleur et est associé aux aspects affectifs et motivationnels de la douleur. Son activité est augmentée lors d'émotions négatives comme la douleur chronique ainsi que ses pathologies associées. La modulation de la douleur dans cette zone va se faire principalement via les récepteurs opioïdiques.

Ensuite, les neurotransmetteurs vont avoir un rôle important dans la persistance de la douleur. Les cellules gliales vont libérer des neurotransmetteurs dans la fente synaptique afin d'entretenir ces signaux douloureux et de développer et maintenir cette douleur chronique. Leur objectif est d'activer ou de désactiver les neurones nociceptifs du SNC. Le glutamate, neurotransmetteur excitateur, par exemple va avoir un rôle dans la transmission des informations douloureuses mais également dans les changements plastiques dans le cortex et dans la sensibilisation centrale.

Le GABA, neurotransmetteur inhibiteur, module la douleur en régulant la transmission des signaux nociceptifs. Son contrôle inhibiteur est diminué lors de douleurs neuropathiques et inflammatoires entraînant une excitation accrue et le phénomène de sensibilisation centrale. Les facteurs de croissance comme le facteur de croissance nerveuse (NGF) vont jouer un rôle dans le développement et la modulation de la douleur chronique. La signalisation NGF va favoriser la germination de fibres nociceptives dans les tissus périphériques, entraînant une hyperinnervation ce qui va provoquer la douleur.

Des modifications de connectivité entre les différents éléments du SNC peuvent conduire à une chronicité de la douleur. Des études montrent que la plasticité du NAc va entraîner des douleurs chroniques localisées au niveau du dos notamment.

Le PAG est situé dans le tronc cérébral et va moduler les informations ascendantes et descendantes de la douleur et régule également les comportements émotionnels et motivationnels.

Le développement de la douleur chronique est associé avec une plasticité synaptique et des changements dans de nombreuses aires neuronales qui modulent la douleur. ([51](#), [52](#))

Malgré cette forte prévalence dans le monde et l'ampleur de ce problème de santé publique, il est très difficile d'appliquer une thérapie adaptée.

En effet, toutes les douleurs ne se traitent pas de la même façon, mais la compréhension des différents mécanismes d'action précis va permettre de cibler les thérapies afin d'améliorer la prise en charge de ces douleurs chroniques. Il faut donc cibler les zones activées par la douleur chronique afin de pouvoir la traiter totalement, cela passe par un développement de médicament ciblant spécifiquement les composants du système mésocorticolimbique. Enfin, lorsqu'un traitement est efficace, le circuit de la récompense devrait à nouveau s'activer, activer les neurones dopaminergiques dans la VTA et le NAc et ainsi, entraîner la libération de dopamine et le soulagement de la douleur. ([53](#), [54](#))

## 2.4. TECHNIQUES D'ÉVALUATION DE LA DOULEUR

Afin de pouvoir traiter la douleur de façon efficace et appropriée à chacun, il existe diverses méthodes d'évaluation de la douleur adaptées en fonction de l'âge, accessibles en auto-évaluation ou en hétéro-évaluation. Les méthodes les plus précises et fiables étant les méthodes d'autoévaluation à travers lesquels le patient peut réellement communiquer et décrire cette sensation de douleur subjective afin de pouvoir être pris en charge le mieux possible. Cependant, lorsque le patient est trop âgé et/ou qu'il possède des troubles de la mémoire, une absence de sensibilité ou de spécificité, une démence, un problème d'ordre psychiatrique, des troubles cognitifs, l'autoévaluation est impossible, c'est donc au personnel soignant d'évaluer cette douleur afin de pouvoir la soulager au mieux. Il est primordial d'évaluer la douleur afin de donner un traitement adapté au patient ou d'évaluer l'efficacité du traitement. Nous allons présenter ces différentes techniques ci-dessous.

### 2.4.1. Les techniques d'autoévaluation de la douleur

#### 2.4.1.1. L'échelle Visuelle Analogique (EVA)

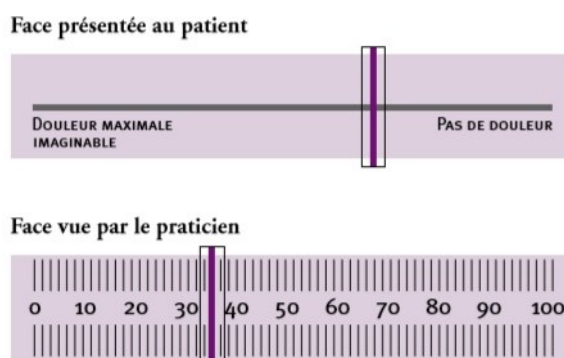


Figure 3 : Echelle EVA ([55](#))

L'échelle EVA sous son côté simpliste reste la méthode la plus utilisée pour évaluer la douleur. C'est une méthode d'autoévaluation, ce qui implique que c'est le patient lui-même qui va parler de sa douleur et la représenter à partir de cet instrument. Elle peut être utilisée à partir de 6 ans. La douleur étant subjective, cet outil va permettre au praticien d'avoir une idée de ce que ressent le patient et de pouvoir le soulager de façon adaptée.

Le patient doit placer le curseur le long d'une courbe représentant d'un côté une absence de douleur et de l'autre côté, la douleur maximale imaginable.

Le praticien qui fera passer cet autotest verra de son côté une gradation entre 0 et 10 ou 0 et 100 en fonction des échelles utilisées. (56) (cf figure 3) Les informations obtenues grâce à cet outil sont reproductibles, valides et sensibles aux effets du traitement. On pourra donc comparer les données récupérées chez un même patient afin d'évaluer sa douleur à différents moments de son traitement. (57, 58)

#### 2.4.1.2. L'Échelle Numérique (EN)

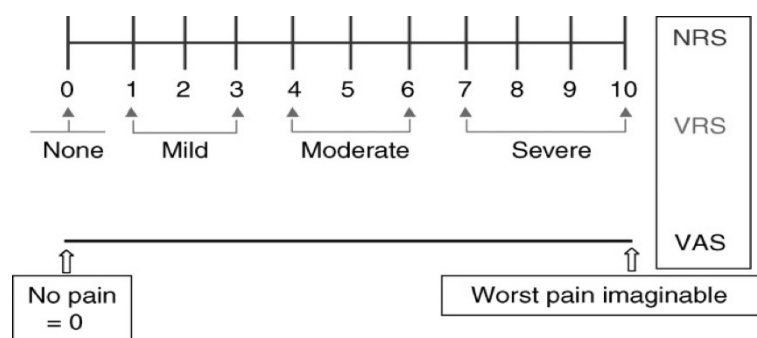


Figure 4 : Echelle numérique (59)

L'EN est une méthode d'auto-évaluation représentant une échelle de 0 à 10 où le patient doit attribuer une note décrivant au mieux son niveau de douleur. (cf figure 4) Cette technique est fiable et valide, cependant une proportion non négligeable de personnes avec ou sans troubles cognitifs à des difficultés à répondre à cette évaluation. Elle peut être utilisée à partir de 6 ans. (60)

### 2.4.1.3. L'Échelle Verbale Simple (EVS)

<b>Douleur</b> Au moment présent	<b>0</b> absente	<b>1</b> faible	<b>2</b> modérée	<b>3</b> intense	<b>4</b> extrêmement intense
<b>Douleur habituelle</b> Depuis les 8 derniers jours	<b>0</b> absente	<b>1</b> faible	<b>2</b> modérée	<b>3</b> intense	<b>4</b> extrêmement intense
<b>Douleur la plus intense</b> Depuis les huit derniers jours	<b>0</b> absente	<b>1</b> faible	<b>2</b> modérée	<b>3</b> intense	<b>4</b> extrêmement intense

Figure 5 : EVS (59)


L'EVS est une méthode d'autoévaluation destinée aux patients pour qui les deux précédentes méthodes ne sont pas possibles. C'est une échelle à 4 ou 5 paliers construite avec des mots simples. (cf figure 5) Cette méthode rapide et plus simple d'utilisation est souvent appréciée des patients âgés. Cette évaluation peut se faire sous forme écrite en entourant le mot caractérisant le mieux sa douleur ou sous forme orale.

Cette méthode est efficace des plus jeunes, à partir de 4ans, aux plus âgés. Elle est moins sensible que les deux précédentes car il n'y a que cinq réponses possibles mais tout aussi fiable et valide. Le palier 0 représente l'absence de douleur, le palier 1, une douleur faible, le palier 2 représente une douleur modérée, le palier 3, une douleur intense et enfin le palier 4 une douleur très intense.

Le professionnel de santé peut avoir une idée des douleurs ressenties par le patient au moment présent, la moyenne des huit derniers jours ainsi que le niveau de douleur le plus intense. (56)

## 2.4.2. Les techniques d'hétéroévaluation de la douleur

### 2.4.2.1. Algoplus



**Echelle**  
**ALGoplus**

**Evaluation de la douleur**

Echelle d'évaluation comportementale de la douleur aiguë chez la personne âgée présentant des troubles de la communication verbale

**Identification du patient**

Date de l'évaluation de la douleur	...../...../.....	...../...../.....	...../...../.....	...../...../.....	...../...../.....	...../...../.....
Heure	.....h.....	.....h.....	.....h.....	.....h.....	.....h.....	.....h.....
	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
<b>1 • Visage</b>						
Froncement des sourcils, grimaces, crispation, mâchoires serrées, visage figé.						
<b>2 • Regard</b>						
Regard inattentif, fixe, lointain ou suppliant, pleurs, yeux fermés.						
<b>3 • Plaintes</b>						
« Aie », « Ouille », « J'ai mal », gémissements, cris.						
<b>4 • Corps</b>						
Retrait ou protection d'une zone, refus de mobilisation, attitudes figées.						
<b>5 • Comportements</b>						
Agitation ou agressivité, agrippement.						
<b>Total OUI</b>	<input type="checkbox"/> /5	<input type="checkbox"/> /5	<input type="checkbox"/> /5	<input type="checkbox"/> /5	<input type="checkbox"/> /5	<input type="checkbox"/> /5
<b>Professionnel de santé ayant réalisé l'évaluation</b>	<input type="checkbox"/> Médecin <input type="checkbox"/> IDE <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> Autre Paraphe	<input type="checkbox"/> Médecin <input type="checkbox"/> IDE <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> Autre Paraphe	<input type="checkbox"/> Médecin <input type="checkbox"/> IDE <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> Autre Paraphe	<input type="checkbox"/> Médecin <input type="checkbox"/> IDE <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> Autre Paraphe	<input type="checkbox"/> Médecin <input type="checkbox"/> IDE <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> Autre Paraphe	<input type="checkbox"/> Médecin <input type="checkbox"/> IDE <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> Autre Paraphe

Echelle téléchargée sur le site [www.sfetd-douleur.org](http://www.sfetd-douleur.org)



Figure 6 : Echelle Algoplus (61)

L'échelle Algoplus est une méthode d'hétéroévaluation créée pour mesurer le niveau de douleur aiguë d'un patient âgé possédant des troubles de la communication verbale et n'étant pas dans la capacité d'effectuer une autoévaluation de façon fiable.

Une grille avec cinq items est à disposition et l'observation d'un des comportements décrits dans les cinq items correspond à un point. Les items représentent les expressions du visage, du regard, les plaintes émises, des attitudes corporelles associées et un comportement général atypique. (cf figure 6)

Un score supérieur ou égal à deux démontre la présence d'une douleur. Des évaluations peuvent être faites régulièrement pour contrôler l'efficacité d'une prise en charge et donc, un score restant inférieur à deux. Cet outil est reproductible, sensible, fiable et très simple d'utilisation et c'est une des rares échelles évaluant la douleur aiguë. ([62](#), [63](#), [64](#))



2.4.2.2. Doloplus

<h2 style="margin: 0;">ECHELLE DOLOPLUS</h2> <p style="margin: 0;">EVALUATION COMPORTEMENTALE DE LA DOULEUR CHEZ LA PERSONNE AGEE</p>					
NOM :	Prénom :	DATES			
Service :					
Observation comportementale					
<b>RETENTISSEMENT SOMATIQUE</b>					
1• Plaintes somatiques	• pas de plainte	0	0	0	0
	• plaintes uniquement à la sollicitation	1	1	1	1
	• plaintes spontanées occasionnelles	2	2	2	2
	• plaintes spontanées continues	3	3	3	3
2• Positions antalgiques au repos	• pas de position antalgique	0	0	0	0
	• le sujet évite certaines positions de façon occasionnelle	1	1	1	1
	• position antalgique permanente et efficace	2	2	2	2
	• position antalgique permanente inefficace	3	3	3	3
3• Protection de zones douloureuses	• pas de protection	0	0	0	0
	• protection à la sollicitation n'empêchant pas la poursuite de l'examen ou des soins	1	1	1	1
	• protection à la sollicitation empêchant tout examen ou soins	2	2	2	2
	• protection au repos, en l'absence de toute sollicitation	3	3	3	3
4• Mimique	• mimique habituelle	0	0	0	0
	• mimique semblant exprimer la douleur à la sollicitation	1	1	1	1
	• mimique semblant exprimer la douleur en l'absence de toute sollicitation	2	2	2	2
	• mimique inexpressive en permanence et de manière inhabituelle (atone, figée, regard vide)	3	3	3	3
5• Sommeil	• sommeil habituel	0	0	0	0
	• difficultés d'endormissement	1	1	1	1
	• réveils fréquents (agitation motrice)	2	2	2	2
	• insomnie avec retentissement sur les phases d'éveil	3	3	3	3
<b>RETENTISSEMENT PSYCHOMOTEUR</b>					
6• Toilette et/ou habillage	• possibilités habituelles inchangées	0	0	0	0
	• possibilités habituelles peu diminuées (précautionneux mais complet)	1	1	1	1
	• possibilités habituelles très diminuées, toilette et/ou habillage étant difficiles et partiels	2	2	2	2
	• toilette et/ou habillage impossibles, le malade exprimant son opposition à toute tentative	3	3	3	3
7• Mouvements	• possibilités habituelles inchangées	0	0	0	0
	• possibilités habituelles actives limitées (le malade évite certains mouvements, diminue son périmètre de marche)	1	1	1	1
	• possibilités habituelles actives et passives limitées (même aidé, le malade diminue ses mouvements)	2	2	2	2
	• mouvement impossible, toute mobilisation entraînant une opposition	3	3	3	3
<b>RETENTISSEMENT PSYCHOSOCIAL</b>					
8• Communication	• inchangée	0	0	0	0
	• intensifiée (la personne attire l'attention de manière inhabituelle)	1	1	1	1
	• diminuée (la personne s'isole)	2	2	2	2
	• absence ou refus de toute communication	3	3	3	3
9• Vie sociale	• participation habituelle aux différentes activités (repas, animations, ateliers thérapeutiques,...)	0	0	0	0
	• participation aux différentes activités uniquement à la sollicitation	1	1	1	1
	• refus partiel de participation aux différentes activités	2	2	2	2
	• refus de toute vie sociale	3	3	3	3
10• Troubles du comportement	• comportement habituel	0	0	0	0
	• troubles du comportement à la sollicitation et itératif	1	1	1	1
	• troubles du comportement à la sollicitation et permanent	2	2	2	2
	• troubles du comportement permanent (en dehors de toute sollicitation)	3	3	3	3
<b>COPYRIGHT</b>		<b>SCORE</b>			

Figure 7 : Echelle Doloplus (65)

L'échelle Doloplus est la première méthode d'hétéroévaluation de la douleur chez la personne âgée ayant des troubles de la communication verbale validée en 1999. C'est une liste de dix items basés sur le comportement, répartis en trois sous-groupes (cinq items somatiques, deux psychomoteurs et trois psychosociaux). (cf. figure 7) Chacun de ces items va être validé ou non grâce à un score donné entre 0 et 3 par le personnel soignant. Si le score global est supérieur ou égal à 5/30, on reconnaît la douleur comme présente. Il est préférable, pour les professionnels de santé, de s'entraîner afin de bien maîtriser cette méthode d'évaluation avant de l'utiliser in situ. Il est également préférable de pratiquer cette méthode dans une équipe pluridisciplinaire afin d'avoir des résultats homogènes et fiables. Cette méthode est reproductible, sensible, fiable et peut être faite régulièrement pour mesurer l'efficacité d'un traitement dans le cas où le patient n'est pas apte à effectuer une autoévaluation. ([66](#), [67](#))

**ÉVALUATION COMPORTEMENTALE  
DE LA DOULEUR  
CHEZ LA PERSONNE ÂGÉE**

# Échelle ECPA

## I - OBSERVATION AVANT LES SOINS

### 1/ EXPRESSION DU VISAGE : REGARD ET MIMIQUE

Visage détendu	0
Visage soucieux	1
Le sujet grimace de temps en temps	2
Regard effrayé et/ou visage crispé	3
Expression complètement figée	4

### 2/ POSITION SPONTANÉE au repos (recherche d'une attitude ou position antalgique)

Aucune position antalgique	0
Le sujet évite une position	1
Le sujet choisit une position antalgique	2
Le sujet recherche sans succès une position antalgique	3
Le sujet reste immobile comme cloué par la douleur	4

### 3/ MOUVEMENTS (OU MOBILITÉ) DU PATIENT (hors et/ou dans le lit)

Le sujet bouge ou ne bouge pas comme d'habitude*	0
Le sujet bouge comme d'habitude* mais évite certains mouvements	1
Lenteur, rareté des mouvements contrairement à son habitude*	2
Immobilité contrairement à son habitude*	3
Absence de mouvement** ou forte agitation contrairement à son habitude*	4

\* se référer au(x) jour(s) précédent(s) \*\* ou prostration  
N.B. : les états végétatifs correspondent à des patients ne pouvant être évalués par cette échelle

### 4/ RELATION À AUTRUI

qu'en soit le type : regard, geste, expression...	
Même type de contact que d'habitude*	0
Contact plus difficile à établir que d'habitude*	1
Évite la relation contrairement à l'habitude*	2
Absence de tout contact contrairement à l'habitude*	3
Indifférence totale contrairement à l'habitude*	4

\* se référer au(x) jour(s) précédent(s)

## II - OBSERVATION PENDANT LES SOINS

### 5/ Anticipation ANXIEUSE aux soins

Le sujet ne montre pas d'anxiété	0
Angoisse du regard, impression de peur	1
Sujet agité	2
Sujet agressif	3
Cris, soupirs, gémissements	4

### 6/ Réactions pendant la MOBILISATION

Le sujet se laisse mobiliser ou se mobilise sans y accorder une attention particulière	0
Le sujet a un regard attentif et semble craindre la mobilisation et les soins	1
Le sujet retient de la main ou guide les gestes lors de la mobilisation ou des soins	2
Le sujet adopte une position antalgique lors de la mobilisation ou des soins	3
Le sujet s'oppose à la mobilisation ou aux soins	4

### 7/ Réactions pendant les SOINS des ZONES DOULOUREUSES

Aucune réaction pendant les soins	0
Réaction pendant les soins, sans plus	1
Réaction au TOUCHER des zones douloureuses	2
Réaction à l'EFFLEUREMENT des zones douloureuses	3
L'approche des zones est impossible	4

### 8/ PLAINTES exprimées PENDANT le soin

Le sujet ne se plaint pas	0
Le sujet se plaint si le soignant s'adresse à lui	1
Le sujet se plaint dès la présence du soignant	2
Le sujet gémit ou pleure silencieusement de façon spontanée	3
Le sujet crie ou se plaint violemment de façon spontanée	4

**PATIENT**

**NOM :** \_\_\_\_\_ **Prénom :** \_\_\_\_\_ **Sexe :** \_\_\_\_\_ **Âge :** \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_ Service : \_\_\_\_\_  
Heure : \_\_\_\_\_ Nom du Cotateur : \_\_\_\_\_

<b>SCORE</b>

### 2.4.2.3. L'Évaluation Comportementale de la douleur chez la Personne Âgée (ECPA)

Figure 8 : Échelle ECPA (68)

L'ECPA est une échelle d'hétéroévaluation de la douleur chez la personne âgée qui doit être effectuée par une seule personne. C'est un outil comportant huit items avec chacun cinq possibilités de réponses représentées par un score entre 0 et 4 en fonction du degré de douleur observée. (cf figure 8) Ces items et réponses sont rédigées dans un vocabulaire scientifique et spécifique adapté aux professionnels de santé. On obtient in fine un score total entre 0, représentant l'absence de douleur, et 32, représentant une douleur totale. Cette méthode est reproductible, validée et fiable. [\(68\)](#)

Toutes ces méthodes d'évaluations possèdent des points communs entre elles. Ce sont des échelles de scoring qui sont reproductibles, sensibles, validées et fiables. Les méthodes présentées sont les méthodes les plus utilisées actuellement en France, bien qu'il existe d'autres variations inspirées de ces échelles-là. Les méthodes d'autoévaluation restent bien sûr la méthode prioritaire pour évaluer la douleur car personne n'est mieux placé que soi-même pour quantifier cette douleur. Lorsqu'il est impossible d'utiliser les méthodes d'autoévaluation de la douleur, on utilise des méthodes d'hétéroévaluation qu'il faut bien maîtriser avant de les effectuer sur les patients. Ces méthodes s'effectuent souvent en équipe pluridisciplinaire de façon à ce que les différents intervenants soient d'accord sur l'évaluation de la douleur afin de pouvoir fournir un traitement adapté.

Il existe également d'autres méthodes plus spécifiques et adaptées à certains types de patients qui correspondent également à attribuer un score qui va quantifier la douleur. Nous avons par exemple le **questionnaire DN4** spécifique pour rechercher la présence de douleurs neuropathiques, **la fiche DECLIC** (Décryptage des cris chez le sujet âgé hospitalier) ou encore **l'Echelle Douleur San Salvador (EDSS)** pour évaluer spécifiquement la douleur chez l'enfant polyhandicapé. (cf annexe 3 et 4) [\(69\)](#)

## 2.5. LES TRAITEMENTS TRADITIONNELS

Comme nous l'avons évoqué précédemment, afin de conserver une bonne qualité de vie, on doit traiter le patient qui ressent des douleurs afin de soulager celle-ci le mieux possible. Pour qu'un traitement soit efficace il faut donc premièrement émettre un bon diagnostic sur le type de douleur et ce qu'elle implique, puis ensuite prescrire le traitement adapté à la personne ainsi qu'au type de douleur diagnostiquée.

En traitant correctement la douleur, on va pouvoir éviter le passage d'une douleur aiguë à une douleur chronique ou encore améliorer la qualité de vie des patients.

Les traitements médicamenteux utilisés en première intention dans l'indication de la douleur aiguë ou chronique correspondent aux antalgiques. Il existe d'autres thérapeutiques utilisées pour traiter des douleurs spécifiques ou à utiliser lorsque les traitements de première intention ne se sont pas montrés efficaces. Certains anesthésiques locaux, antiépileptiques, antidépresseurs, antispasmodiques ou myorelaxants peuvent être utilisés dans l'indication de la douleur. De plus, il faut également prendre en compte les co-pathologies intimement liées aux douleurs et entretenant celles-ci afin de pouvoir soulager les patients de façon efficace.

### **2.5.1. Les antalgiques**

Un antalgique par définition « se dit d'une substance propre à calmer la douleur » (70) Il en existe trois classes réparties selon leur puissance d'action. Les antalgiques de niveau 1 sont destinés aux douleurs légères, les antalgiques de niveau 2 sont destinés aux douleurs modérées et sévères et enfin, les antalgiques de niveau 3 sont destinés sont réservés aux douleurs intenses rebelles aux autres antalgiques.

#### *2.5.1.1. Les antalgiques de palier 1*

Les antalgiques de palier 1 sont les plus connus du grand public pour traiter la douleur. Ils vont intervenir en général sur des douleurs de type aiguë, des céphalées, des migraines etc. Ils sont en général accessibles en vente libre et utilisés en automédication et sont donc présents dans les trousseaux à pharmacie de la majorité de la population.

Nous allons retrouver dans cette catégorie le paracétamol, l'aspirine et autres Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens (AINS) ainsi que le nefopam. (71)

#### ***Le paracétamol***

C'est le médicament le plus consommé par les français et 90% déclarent en avoir pris dans l'année selon une étude menée par OpinionWay pour l'OFMA et l'institut Analgesia. (72)

Pour un bon usage du paracétamol chez l'adulte il est recommandé un maximum de 1g par dose, à espacer toutes les 4h à 6h sans dépasser 4g par jour. Cependant, il reste nécessaire d'essayer de l'utiliser à la dose efficace la plus petite possible et pendant le moins longtemps.

Il est déconseillé chez la femme enceinte et les personnes ayant une maladie du foie ou consommant régulièrement de l'alcool. En effet, à forte dose, l'abus de paracétamol peut entraîner des lésions hépatiques. (73, 74)

Le mécanisme d'action du paracétamol n'est pas encore connu de façon certaine. Il existe cependant des théories et hypothèses existantes sur ce sujet. Le paracétamol va agir sur plusieurs voies métaboliques, potentiellement la voie des cyclooxygénases (COX), le système endocannabinoïde, la voie sérotoninergique et/ou directement sur le cerveau. Son impact sur la voie des COX devrait être mineur, son action devrait plutôt être tournée sur le système endocannabinoïde avec des interactions avec TRPV1 ou CB1 dans la corne dorsale spinale et le cerveau, zones clés des voies de la douleur vues précédemment. (cf figure 9) (75, 76)

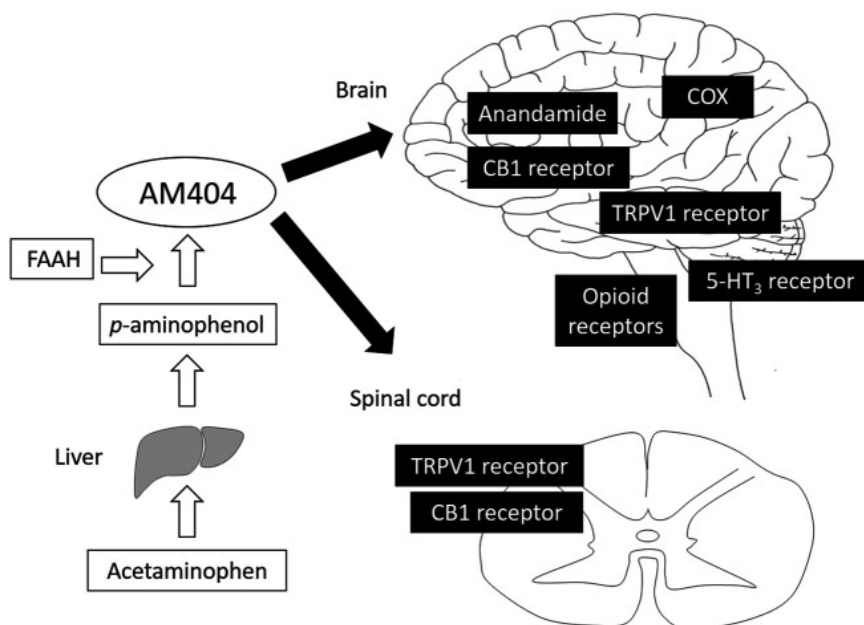


Figure 9 : Mécanisme d'action du paracétamol (75)

## Les AINS

L'aspirine et les autres AINS doivent être utilisés à la dose minimum efficace pendant la durée de temps la plus courte et arrêter le traitement dès la fin des symptômes. Ces médicaments peuvent entraîner de nombreux effets indésirables plus ou moins graves comme des brûlures d'estomac, des nausées, des ulcères ou hémorragies du tube digestif et parfois des insuffisances rénales. Ces effets indésirables vont être plus fréquents et graves chez les personnes de plus de 65 ans.

Ils sont contre indiqués chez la femme enceinte à partir du sixième mois de grossesse, en cas de maladies du foie, d'insuffisance cardiaque ou rénale grave, d'ulcère de l'estomac ou du duodénum, d'antécédents liés à la prise d'AINS.

Il faut également faire attention aux interactions médicamenteuses qui sont nombreuses notamment avec les anticoagulants, le lithium, le méthotrexate, les diurétiques, les inhibiteurs de l'enzyme de conversion, les inhibiteurs de l'angiotensine II. (77)

Les AINS eux vont inhiber les voies COX 1 et 2, protéines impliquées dans la réponse inflammatoire ce qui va entraîner une diminution des médiateurs chimiques tels que les prostaglandines, les prostacyclines, etc. (78)

#### 2.5.1.2. *Les antalgiques de pallier 2*

Les antalgiques de niveau 2 sont réservés aux douleurs modérées et sévères. On y retrouve notamment des opioïdes faibles comme la codéine et le tramadol.

Ce sont des médicaments puissants à utiliser avec précaution, sur une durée la plus courte possible, car ils peuvent entraîner une dépendance physique. On retrouve des effets indésirables fréquents communs avec notamment la constipation, des sensations vertigineuses, des nausées, des vomissements, de la somnolence.

Le tramadol peut aussi entraîner, en plus de ces effets indésirables communs, des convulsions (à dose élevée), des troubles psychiques (hallucinations, délire), des hypoglycémies ou encore un syndrome de sevrage si on l'arrête brutalement.

A cause d'un trop grand mésusage couplé aux risques de dépendance, l'ANSM a limité la durée de prescription du tramadol à 12 semaines depuis le 15 janvier 2020.

Ces dérivés opioïdes vont agir au niveau des récepteurs du SNC et SNP, Ils vont activer les récepteurs opioïdes  $\kappa$  et  $\mu$  responsables des effets antalgiques et ils vont également bloquer les canaux calciques des fibres afférentes empêchant la libération de neurotransmetteurs responsables de la douleur comme la substance P et le glutamate. Toutes ces réactions vont permettre d'augmenter le seuil de perception et réduire les messages de transmission de la douleur afin d'être insensible à celle-ci. Le tramadol est atypique, il va avoir le même mécanisme d'action que les autres opioïdes mais il va également inhiber la recapture de la noradrénaline et de la sérotonine. (79, 80, 81)

### 2.5.1.3. *Les antalgiques de pallier 3*

Les antalgiques de niveau 3 sont utilisés pour les douleurs sévères ou pour les douleurs qui persistent malgré la prise des différents médicaments exposés précédemment. On va retrouver dans cette catégorie de puissants opioïdes comme la morphine, la buprénorphine, l'oxycodone...

Encore une fois, la durée de traitement doit être la plus courte possible et l'arrêt des traitements doit être progressif afin d'éviter tout syndrome de sevrage.

Tous ces opioïdes de niveau 3 vont être parmi les médicaments antalgiques les plus puissants, il faut faire attention au mésusage ou aux intoxications. Les effets indésirables induits vont être les mêmes que ceux des médicaments opioïdes de niveau 2 à savoir la constipation, des vertiges, des nausées, des vomissements, une dépression respiratoire, des troubles psychiques.

Ils vont suivre le mécanisme d'action expliqué pour les opioïdes ci-dessus, c'est-à-dire, qu'ils vont être agonistes partiels ou agonistes purs (ex : morphine) des récepteurs opioïdiques notamment les récepteurs  $\mu$ . De plus, l'activation des voies inhibitrices descendantes ainsi que l'inhibition des neurones afférents nociceptifs du SNP va conduire à une réduction globale de la transmission nociceptive et une augmentation du seuil de perception de la douleur. ([82](#), [83](#), [84](#))

### 2.5.1.4. *Les anesthésiques*

Selon les chiffres de la Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR), en 2010 environ 11,6 millions d'anesthésies sont pratiquées en France, un chiffre en constante augmentation puisqu'il y avait environ 8 millions d'anesthésies en 1996 et 3 millions en 1983. Cette classe de médicaments va avoir un même but : empêcher les douleurs notamment liées aux actes médicaux comme les opérations, les interventions chirurgicales etc.

L'anesthésie générale va se traduire par une suspension réversible des fonctions du SNC qui implique une inconscience, une analgésie, une myorelaxation et des problèmes d'amnésie. Ils vont bloquer les canaux sodiques et calciques, responsables de la conduction du message nociceptif. Ils vont également bloquer les récepteurs NMDA, AMPA, kaïnate et potentialiser les effets du GABA et donc bloquer la nociception et les transmissions de l'influx nerveux. On peut retrouver le propofol ou le protoxyde d'azote en tant qu'anesthésique général.



Les anesthésiques locaux permettent de rester conscient durant les interventions chirurgicales et sont moins lourdes en termes d'effets indésirables et de retour à la vie normale. On retrouve dans cette famille la lidocaïne ou la prilocaïne par exemple.

Ils vont agir directement sur les fibres nerveuses, au niveau des axones et vont bloquer les canaux sodiques et donc la transmission de l'influx nerveux.

Ces anesthésiques locaux peuvent entraîner des convulsions, des troubles cardiovasculaires ou des infections de la peau. ([85](#), [86](#), [87](#), [88](#))

## **3. MUSICOTHERAPIE FORMAT DIGITAL ET DOULEURS**

### **3.1. INTRODUCTION**

La musique c'est « l'art de combiner des sons d'après des règles (variables selon les lieux et les époques) et d'organiser une durée, un rythme avec des éléments sonores. » ([89](#))

La musicothérapie, c'est l'application de soins dans un contexte thérapeutique, avec l'intervention d'une personne qualifiée, professionnel de santé ou musicothérapeute, et avec trois paramètres importants : l'histoire du patient et de sa pathologie, les caractéristiques de la musique choisie ainsi que sa relation avec le thérapeute. On distingue deux types de musicothérapie, une application active lorsque les patients travaillent à la pratique d'un instrument, seul ou en groupe, cela va favoriser la communication, la resocialisation et l'expression. Le second type de musicothérapie, qui va nous intéresser plus particulièrement est une application réceptive, qui est utilisée plutôt dans le traitement de la douleur, de l'anxiété et de la dépression. ([90](#))

Elle est utilisée en médecine et pour traiter la douleur depuis la Préhistoire dans des cultures et civilisations très divergentes dans différents coins du monde. En effet, les premières flûtes datent de 43 000 ans, en os, étaient utilisées pour effectuer des rites avec pour but de soigner les malades. En Égypte antique, la musique représentait le bien-être et la joie et avait des propriétés curatives en association avec des incantations magiques. En Afrique, un sorcier spécialisé dicte les rythmes, durée, intensité et sons dans des rites pour soigner les malades. Les indiens d'Amérique, eux, utilisaient des instruments de musique fabriqués en bois de plantes médicinales afin de soulager la douleur (rhumatismes, maladies nerveuses...).

En Chine, on a une notion d'équilibre entre ciel et terre, avec une gamme de 5 notes correspondant aux 5 organes principaux du corps humain et la musique agit sur le corps et la conscience. Dans la Grèce antique, Apollon est le dieu de la médecine et de la musique. Les penseurs de l'époque sont persuadés que la musique peut soigner les malades notamment en laissant s'exprimer ses émotions. Arion, Zenocrates et Sarpandre sont les premiers à combiner musique et thérapie et Pythagore utilisait une musique particulière censé stimuler l'esprit pour améliorer la santé de ses patients.

Selon eux, le choix de la musique va agir sur les comportements (ex : les poèmes calment, les chansons de Bacchus excitent). Le philosophe Aristedes, à Rome est persuadé que la musique est capable de prévenir et de traiter les maladies. Après la Renaissance, de nombreux experts voient la combinaison de la musique et de la médecine comme essentielle, et, des instruments spécifiques sont utilisés pour des pathologies spécifiques. Ainsi on choisira la flûte ou la harpe pour soulager l'anxiété par exemple. [\(91\)](#)

Paracelse, lui, va utiliser la musique pour traiter les pathologies mentales. Ou encore, en 1737, pour rétablir la santé mentale du roi Philippe V d'Espagne, le célèbre ténor italien Farinelli chante tous les soirs à son chevet. La musique est utilisée énormément pendant les guerres pour traiter les blessés, ainsi durant la guerre de Crimée (1853-1856), Florence Nightingale a d'abord créé un environnement confortable, puis a utilisé la musique pour soulager la douleur des soldats blessés. Elle a également été utilisée durant la deuxième guerre mondiale où l'on a même pu remarquer une stabilité émotionnelle, l'amélioration de l'état de santé général ainsi que le raccourcissement de la durée de traitement. [\(92, 93\)](#)

On peut donc remarquer que la musique a toujours eu un impact sur les traitements médicaux avancés, mais comment l'expliquer, la musique a-t-elle un effet thérapeutique à proprement parler ? Permet-t-elle de réduire l'intensité d'un traitement médicamenteux ? Peut-elle le remplacer ? Nous allons tenter de répondre à ces questions dans cette partie.

Dans le cas où l'on souffre de maladies, la musique peut aider à améliorer l'état général et aider à accéder au bien-être et soulager les douleurs, aider à la relaxation, à un meilleur sommeil, à lutter contre la dépression. De plus, Mathieu Roy, chercheur à l'université McGill nous dit que la musique réduirait de 10 à 20% le niveau de douleur, ce qui est comparable à un antalgique ou à un antiinflammatoire. [\(94\)](#) De nombreuses recherches ont été faites dans le domaine de la musicothérapie depuis les années 80, mais il reste encore beaucoup de choses à découvrir.

On sait que la musique aide dans différents secteurs comme les soins palliatifs, la chirurgie, la pédiatrie et l'anesthésie par exemple. Il a été prouvé également que les musiques avec lesquelles nous avons le plus d'affinité aident de façon plus efficace à soulager la douleur. Malheureusement tous les mécanismes d'action de la musique ne sont pas encore connus et d'autres recherches sont en cours afin d'élucider tous les mystères de la musique. (95)

Nous allons voir dans cette partie une enquête quantitative pour connaître le comportement de la population vis-à-vis de la musicothérapie, pas encore très populaire dans les mœurs à première vue, ensuite nous verrons une revue de littérature avec pour objectif de répondre à nos hypothèses exposées précédemment, à savoir est-ce que la musique peut remplacer ou compléter un traitement médicamenteux, est-ce une thérapie prometteuse à l'avenir, y-a-t-il des effets indésirables ?

### **3.2. LE NUMERIQUE EN SANTE**

Comme nous avons pu l'aborder précédemment, le secteur de la santé, comme tous les autres secteurs, s'est bien adapté au digital qui fait partie prenante à tous les niveaux du système de santé. Elle comprend différents domaines avec la santé électronique, la santé mobile (applications pour smartphones, sites internet), la télésanté, les nouvelles technologies (Intelligence artificielle (IA), nanotechnologies, robotique, blockchain) et toutes les données de santé. Le numérique va être impliqué à tous les niveaux du parcours de soin : en recherche, au niveau du diagnostic, de la prise en charge du patient, du traitement, de la pharmacovigilance et va aider les patients comme les professionnels de santé.

Les possibilités qu'offrent le numérique en santé ont permis d'en faire une ligne stratégique prioritaire pour les gouvernements afin d'améliorer la qualité générale des soins, de mettre en place une médecine personnalisée, prédictive et préventive et d'améliorer l'efficacité des systèmes de soin. (96)

### 3.2.1. Le Big Data

Le big data correspond aux mégadonnées collectées par les entreprises afin de les analyser et de les exploiter. Pour pouvoir stocker et exploiter ces milliards de données en temps réel, il a fallu créer de nouveaux systèmes d'exploitation et de stockage, combiné à de l'IA et d'autres algorithmes mathématiques afin de traiter en temps réel les flux d'informations. (97) Cette technologie contient donc un intérêt commercial et innovant à fort potentiel. L'objectif de la Big Data est de stocker et valoriser un nouveau type et une nouvelle quantité de données.

Ce qu'on appelle « données » comprend sons, images, vidéos. L'exploitation des données est faite via un tri et une analyse afin de tirer profit de tous les types de données.

Elles vont être traitées en fonction de trois types, le volume, la vitesse et la variété des données. Ces données vont être récupérées par des applications, les réseaux sociaux, des services, des partenaires, des data providers et par notre présence online.

Ces données sont exploitées par des entreprises à but lucratifs, des organismes de recherche ou associations à but non lucratif.

L'analyse du Big Data s'effectue grâce au data science qui est défini comme l'usage de techniques de statistiques mathématiques (algorithmes...) aux données pour leur donner un sens et être dans la capacité de prédire les tendances, de comprendre des phénomènes ou modéliser des comportements. Il y a différents objectifs à cela pour les entreprises, cela peut permettre d'améliorer les opérations, de proposer un meilleur service client, de créer des campagnes marketing personnalisées basées sur les préférences des clients, ou encore de créer des campagnes marketing classiques. On retrouve des méthodes d'IA pour faire ces prédictions avec notamment le machine learning et le deep learning. Cela va donner un réel avantage concurrentiel aux entreprises exploitant ces données. (98) Le big data est utilisé dans tous les secteurs. Dans les entreprises commerciales, il va être utile pour fidéliser les clients, recueillir des informations sur ceux-ci afin de répondre à leurs besoins.

Il est également très utilisé en santé, il permet d'identifier des facteurs de risque de maladies, de réaliser des diagnostics plus fiables et précis, pour le suivi de la pharmacovigilance, l'évaluation de l'efficacité des traitements. Par exemple, en 2003, après 10 ans d'exploitations de données, un génome humain a été séquencé intégralement pour la première fois. Pour un résultat similaire, aujourd'hui, une journée est suffisante, cela illustre l'évolution des technologies et l'évolution de la rapidité et du traitement de ces données.

C'est très prometteur pour les innovations en santé et les progrès futurs. Le big data va rapidement devenir indispensable en santé notamment dans les méthodes de prise en charge futures avec la médecine personnalisée. Le développement de système d'aide au diagnostic va permettre d'évaluer et de proposer le meilleur traitement possible à une personne définie en fonction de toutes ses données cliniques individuelles, d'identifier les facteurs de risque des maladies grâce à la comparaison en temps réel des données cliniques enregistrés et ainsi apporter une meilleure connaissance de certaines maladies et une meilleure prise en charge de celles-ci. De plus, les informations sur la santé des populations peuvent permettre également de prédire des épidémies et d'avertir les autorités de santé qui peuvent prendre les mesures en amont afin de limiter les effets néfastes d'une épidémie. L'analyse des données en temps réel est très utile en pharmacovigilance, et permet un meilleur suivi des différents effets indésirables et leur lien avec les traitements reçus. ([99](#), [100](#))

### **3.2.2. L'Intelligence Artificielle (IA)**

L'IA correspond à l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre pour réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine. Alan Turing en premier, a pour projet dans les années 1950 de créer une machine capable de penser et dotée d'intelligence. L'intelligence étant pour lui une succession de calculs et d'opérations logiques.

Il existe plusieurs techniques d'IA comme le machine learning ou le deep learning par exemple. On peut voir l'IA de plus en plus comme un système de neurones artificiels (deep learning) avec des algorithmes toujours plus puissants capables de comprendre le langage et la réflexion humaine, capable d'élaborer des raisonnements cohérents, rapides, mais également de s'adapter, d'apprendre (machine learning) et de s'améliorer. Le machine learning est le fait d'apprendre à un ordinateur à reconnaître des répétitions et à en tirer des prédictions en appliquant des statistiques.

Leur algorithme apprend de façon itérative, c'est-à-dire par répétition de l'exercice jusqu'à avoir un bon résultat. ([101](#)) Le deep learning est un dérivé plus évolué du machine learning. Il est inspiré du mode de fonctionnement des neurones : interconnectés entre eux avec des liens avec des entrées, couches internes, sorties. Ces liens vont être plus ou moins puissant entre eux. ([102](#))

L'IA va toucher tous les secteurs pour une démonstration d'applications illimitées. Utilisée dans le monde militaire, dans la santé ou dans la vie de tous les jours l'AI fait partie de notre quotidien et de notre futur. L'IA va simplifier la vie des entreprises et des utilisateurs, créer des innovations, réduire les erreurs.

Comme énoncé précédemment, l'IA est très présente dans le monde médical, et va aider à la prévention des maladies, à des diagnostics précoces ainsi qu'à améliorer la qualité générale des soins (détection précoce de certains cancers). On retrouve notamment des prothèses intelligentes, permettant de réparer voire de remplacer certaines parties du corps humain, les opérations assistées par robotique, plus précises, le suivi des patients à distance, traitements personnalisés. ([103](#))

### **3.2.3. Rôles et données du numérique en santé**

Le numérique en santé va avoir un rôle d'aide et de soutien important, il doit rester soumis à une stratégie humaine en étroite collaboration avec l'IA. Ces bouleversements sociétaux ont amené des questionnements éthiques et juridiques.

Le big data, détaillé ci-dessus, génère une infinité de données exploitables en santé afin d'aider à faire des prévisions et prédictions épidémiologiques, d'évaluer l'efficacité des traitements, d'aider au diagnostic, d'améliorer la pharmacovigilance. Ces données vont être issues de la littérature, du dossier médical du patient avec son historique clinique personnel et de toute autre information pertinente en temps réel. Elles sont utilisées par les institutions de santé, les centres de recherche, l'assurance maladie, les médecins généralistes dans un but non lucratif, afin d'améliorer la qualité du système de santé. De plus grâce aux outils connectés, le patient peut mesurer ses constantes de façon régulière et fiable ce qui permet un meilleur suivi mais également la collecte des données.

Avec l'arrivée des dossiers médicaux partagés, dématérialisés, la prise en charge des patients a également évolué avec un accès en ligne pour les professionnels de santé relié au patient, où ils peuvent consulter l'entièreté du dossier médical de leur patient et ainsi améliorer la prise en charge, l'efficacité des traitements de leurs patients grâce à un travail commun cross-fonctions.

Il faut savoir que toutes ces données sont soumises et protégées par le règlement de protection générale des données (RGPD) et pour les données les plus sensibles avec des techniques de protection plus élaborées comme la blockchain qui est un système décrit comme inviolable où sont enregistrées toutes les opérations effectuées entre les utilisateurs depuis sa création. ([104](#))

Environ 10 à 15% d'objets connectés sont consacrés à la santé. L'automesure, accessible à tous devient non seulement un outil utile pour les patients, pour se maintenir en bonne santé, mais également un outil de divertissement.

Sur les 4000 applications de santé disponibles en France en 2015, 60% étaient à destination des patients et le reste aux professionnels de santé, on peut donc voir que la population générale s'intéresse de plus en plus à sa santé et son bien-être et devient partie intégrante du système de soin et acteur de sa santé.

Ces applications placent la santé comme un divertissement pour les patients qui s'y intéressent de plus en plus, et cela entraîne un engouement notamment chez les sportifs et les personnes en bonne santé qui peuvent suivre leurs constantes en temps réel, cela va en partie améliorer la prévention et éviter potentiellement des problèmes de santé. Ensuite, de plus en plus d'applications de santé apparaissent afin de suivre les malades chroniques et leur permettre de contrôler leurs constantes et d'améliorer leur observance et *in fine* leur santé. Ceci est très intéressant sachant que le nombre de maladies chroniques augmente au fil des années (diabète, maladies respiratoires, maladies cardio-vasculaires). La collecte de ces informations doit permettre d'agir en préventif ou de repérer des complications à un stade précoce afin de limiter l'effet de la maladie sur la qualité de vie des patients. On peut voir que grâce au numérique, les systèmes de santé ont évolué avec un centrage qui est passé du médecin au patient.

Actuellement, en France, 50% des médicaments prescrits ne sont pas consommés, soit par oubli, soit par manque de motivation. Cela représente un coût de 2 milliards d'euros par an, un million de journées d'hospitalisation et 8000 décès par an.

Ensuite, en France il faut savoir que le Système National d'Information des Remboursements de l'Assurance Maladie (SNIRAM) va centraliser 90% des données de santé numérisées ce qui va simplifier leur exploitation. Ces données permettraient de voir la réalité des soins sur le terrain, les disparités de santé, les liens entre traitements et effets indésirables, le suivi de la pharmacovigilance. ([105](#), [106](#), [107](#))

### **3.3. LA MUSICOTHERAPIE POUR SOIGNER, REELLES PERSPECTIVES D'INNOVATION OU FAUX ESPOIR ?**

Nous allons à présent voir quels arguments pertinents, quelles preuves scientifiques peuvent nous montrer que la musicothérapie est efficace dans l'indication de la douleur afin de soulager celle-ci et d'améliorer la qualité de vie des patients. Nous parlerons des méthodes de musicothérapie utilisées et sur quelles bases, puis nous verrons l'impact de ces thérapies sur les patients souffrant de douleurs. Le mécanisme d'action de la musique sur notre organisme n'est pas encore compris en détail, quelques hypothèses ont été effectuées à ce sujet.

Cependant, de nombreuses études ont eu lieu depuis les années 80 concernant l'effet de la musique sur l'organisme sur des personnes saines ainsi que sur des personnes malades, nous allons donc voir en détails, des études cliniques sérieuses et pertinentes nous montrant l'impact de la musique sur différents types de douleurs.

Dans cette partie nous essayerons de répondre aux hypothèses suivantes à savoir les effets réels et quantifiés sur la douleur, de quel type, pour quels patients, quel type de musique va fonctionner le mieux, est-ce que l'on va pouvoir réduire l'intensité ou la fréquence de prise d'antalgiques.

#### **3.3.1. Sur quelles bases scientifiques s'appuie la musicothérapie ?**

Les techniques de musicothérapie se basent de plus en plus sur une technique moderne que l'on appelle « la méthode validée en U ». C'est une méthode de musicothérapie réceptive principalement utilisée pour soulager des douleurs aiguës et chroniques. Sa construction et sa fréquence d'application font penser à une séance de relaxation au même titre que la sophrologie. Ces séances vont pouvoir s'apparenter à de l'hypno-analgésie avec pour objectif de modifier l'état de conscience du patient via la musique afin de le soulager.

Les séances doivent durer minimum 30 min, dans un environnement calme et agréable, idéalement avec un casque sur les oreilles.



De plus, il a été démontré que le soulagement de la douleur et l'apaisement est plus efficace lorsque les patients sélectionnent le type de musique qu'ils désirent. La séquence en U résulte de l'assemblage de morceaux musicaux, fondus afin de relaxer le patient de façon progressive (cf figure 10). En effet, on insiste sur des changements de mélodies, associées à l'aspect affectif, de changements de rythmes, associés au comportement, de changements de timbres, associés au souvenir, à l'aspect cognitif, des changements d'harmoniques, associés à l'aspect sensoriel. Elle doit son nom à la forme des séquences jouées. Tout d'abord, on a une phase descendante qui se caractérise par la diminution du rythme musical, des fréquences et du volume, ensuite la musique se stabilise pour former ce qu'on appelle la phase de détente maximale, et enfin on a la phase ascendante avec un rythme plus modéré et dynamique. (108)

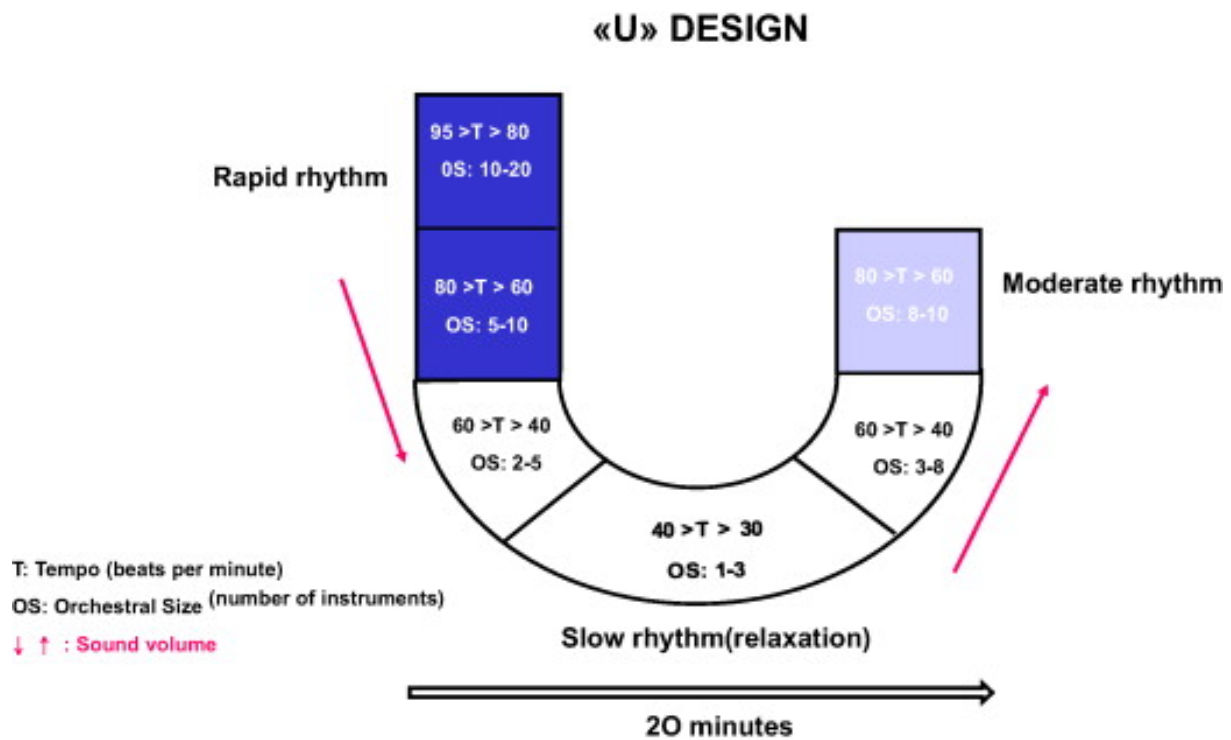


Figure 10 : Design de la séquence en U (108)

Cette technique est une technique moderne élaborée sur mesure et va permettre une personnalisation de la thérapie. On peut imaginer à l'avenir des algorithmes d'IA capables de créer une infinité de musiques dans des styles différents avec pour modèle cette séquence et adaptées à chacun individuellement. En effet, il existe des applications de smartphone basées sur des algorithmes de machine learning. L'algorithme va sélectionner des caractéristiques musicales clés qui sont censées induire des sensations fortes afin de créer une musique *ex nihilo*.

On peut également utiliser des algorithmes moins élaborés qui vont créer des playlists de façon automatique. On peut avoir des playlists de filtrage collaboratif qui vont se baser sur les préférences personnelles de chacun en proposant des musiques de style, genre ou intonation différents. Et on a des playlists basées sur le contenu qui vont proposer des musiques similaires d'un point de vue de l'intonation, du rythme, des notes. (109) Cependant, le mécanisme d'action de la musique n'étant pas encore totalement compris, d'autres études ont été menées sur des séances de musicothérapies avec des musiques existantes de différents styles afin de voir les potentiels effets. On peut remarquer qu'il y a toujours un effet, cependant, l'effet est potentialisé quand le patient choisit son style de musique. Plusieurs découvertes ont été faites sur le mécanisme d'action qu'aurait la musique sur notre organisme.

En effet, La musique activerait les circuits cérébraux de la récompense, les opioïdes endogènes vont être activés à l'écoute d'une musique et ainsi activer ces circuits responsables des émotions, positives ou négatives, de l'affect. Elle va être capable de stimuler toutes les formes de mémoire. Il va également y avoir une modulation des neurotransmetteurs responsables du plaisir tels que la sérotonine, l'épinéphrine, la dopamine, l'ocytocine ou des endorphines. Elle influencerait également la production d'hormones du système immunitaire et d'hormones stéroïdes. Les voies mises en jeu vont être similaires à celles impliquées dans la douleur, à savoir les voies de la récompense, les composants mésolimbiques (le NaC, la VTA) mais également l'amygdale, le PFCm, le cortex cingulaire et le cortex limbique. De plus, les chercheurs ont pu remarquer que les musiques préférées, qui plaisent aux personnes de l'étude leur procurent plus d'émotions que des musiques neutres sélectionnées pour eux. La musique va également agir sur la plasticité cérébrale et renforcer les liaisons interneurones, les régénérer ou les réparer. Ces effets vont permettre de réduire également l'anxiété et la dépression, qui ont un rôle important notamment dans la douleur chronique. L'écoute musicale va donc apporter une sensation de bien-être et améliorer la qualité de vie des patients ainsi que leur fonctionnement cognitif. (110)

Plusieurs autres hypothèses sont énoncées pour expliquer le mécanisme d'action de la musique, la musique, étant une onde électrique va rentrer en résonance et réguler les mouvements physiologiques comme la pression artérielle ou le rythme cardiaque. Il a été démontré que notamment en musique classique, avec Mozart, la musique peut résonner avec la structure du cortex cérébral.

Une autre théorie parle de la transmission d'impulsions au niveau des neurones ascendants situés dans le tronc cérébral, ce qui régulerait les influx douloureux, changerait les seuils de tolérance à la douleur, au niveau du SNC, ce qui aurait tendance à diminuer les douleurs. On retrouve fréquemment une autre hypothèse, celle de la distraction, le fait de concentrer son attention sur la musique plutôt que sur la douleur qui diminue l'intensité. De plus, des études sur l'effet placebo ont montré que la perception du patient, les croyances, les informations qu'il a pu rechercher, vont influencer l'effet global du traitement ([111](#), [112](#)) La musicothérapie est absolument bénigne et n'a aucun effet indésirable pour les patients. ([113](#), [114](#))

### **3.3.2. Les effets de la musicothérapie sur la douleur**

Nous allons maintenant faire une revue bibliographique qui recense différentes recherches effectuées sur l'utilisation de la musicothérapie sur les douleurs. J'ai décidé de rassembler des preuves combinant différents types de douleurs, aiguës ou chroniques, sévères ou passagères avec des localisations variées et des études menées à des endroits divers du monde afin de montrer qu'il y a des effets communs de la musique sur les patients malgré des conditions d'études totalement différentes. De plus, les articles sont amenés de façon progressive en partant de sujets qui n'ont pas de préférences musicales connues comme les animaux ou les jeunes enfants, puis nous finirons par des études sur des patients douloureux.

Nous allons commencer par une étude de 2019 chez l'animal, la première sur la potentialisation de l'effet des médicaments analgésiques par la musique. C'est très intéressant de voir les résultats sur l'animal qui va réagir de façon instinctive et sans avoir choisi au préalable de musique.

La playlist a été élaborée sur une base des compositions de Mozart, avec des changements de rythme (lent/rapide) et d'autres arrangements pour lesquelles des effets thérapeutiques ont été relevés lors de précédentes études.

L'ordre des compositions a été pensé pour varier les phases d'excitation/relaxation à la manière de la séquence en U évoquée précédemment. Comme vu auparavant, la musique va agir sur la neuroplasticité, les réponses immunitaires et sur les taux de neurotransmetteurs chez les rongeurs également. Il va y avoir une amélioration de la mémoire, de la dépression, de l'épilepsie et de l'analgésie.

Les douleurs induites aux souris incluses dans l'étude sont de deux types : des douleurs inflammatoires au niveau de la patte arrière et une allodynie mécanique au niveau de la patte arrière. Le groupe musique a été exposé durant 21 jours via un smartphone (cf figure 11). Différents antalgiques ont été associés avec la musique, et l'on remarque que les souris exposées aux antalgiques et à la musique présentent une baisse significative que ce soit celles ayant une douleur inflammatoire et celles ayant une allodynie mécanique. (115)

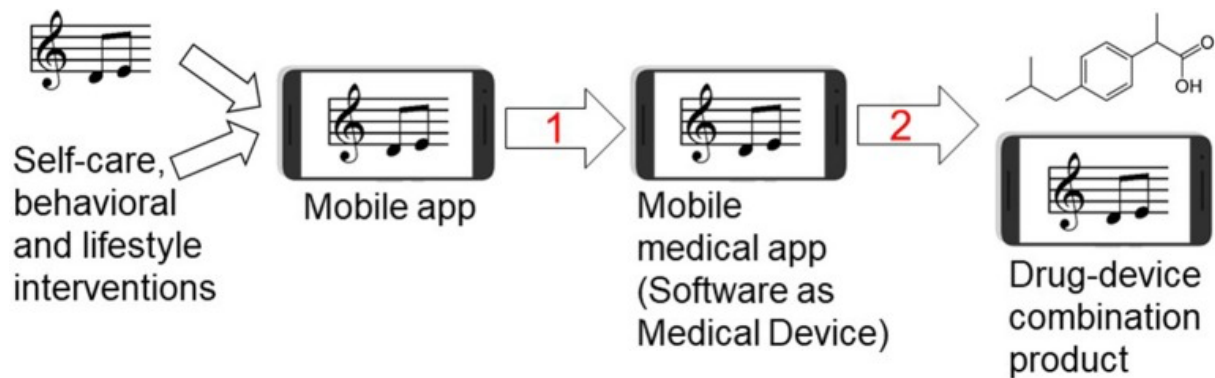


Figure 11 : Schéma de musicothérapie dispensée sous forme d'une application digitale (115)

Ensuite, nous allons voir les effets de la musicothérapie sur les populations pédiatriques, chez qui les traitements médicamenteux doivent être plus contrôlés et limités afin d'éviter des effets indésirables graves. De plus, chez les jeunes enfants ne s'exprimant pas, il peut être difficile de diagnostiquer une douleur, on peut l'interpréter par des changements de comportement, de l'anxiété, de la peur mais également des changements physiologiques comme la fréquence cardiaque et respiratoire. Des études ont été menées sur plusieurs types de population tels que les nouveau-nés, les enfants de 3 mois à 12 ans et les adolescents de 12 ans à 18 ans. Différents types de musique ont été jouées, de la musique classique, des musiques pour enfants, des musiques folkloriques du monde, de la musique pop, des musiques créées spécifiquement à but analgésique, et des combinaisons de plusieurs types de musique. Trente-huit études provenant de diverses localisations dans le monde, pertinentes, menées entre 2006 et 2022 sur 5601 patients ont été analysées. (116)

Différents types de douleurs ont été traitées via musicothérapie, la douleur par piqûre, les douleurs procédurales, les douleurs chroniques et les douleurs postopératoires.

L'analyse de toutes ces études montrent une diminution significative des douleurs chez les nouveau-nés, nourrissons et enfants. En revanche, il n'y a pas encore assez de données sur la population adolescente afin d'observer une diminution significative des douleurs. L'analyse des modifications physiologiques a également été effectuée et on peut remarquer une baisse significative de la fréquence cardiaque et une augmentation de la saturation périphérique en oxygène mais statistiquement pas de changements concernant la pression artérielle et la fréquence respiratoire. Ensuite, lorsque l'on analyse les types de douleurs, on remarque une diminution significative des douleurs chroniques, procédurales, par piqûre et postopératoires. Les musiques qui ont significativement agité sur la douleur sont les musiques classiques, les musiques pour enfants et les musiques pop. L'effet était également significativement supérieur lorsque la musique était diffusée via un casque ou des écouteurs en comparaison de musiques jouées en live. De plus, d'autres études ont montré une réduction significative de la douleur et de l'anxiété dans les services d'oncologie pédiatrique, de soins intensifs d'unités néonatales ainsi qu'en soins palliatifs pédiatriques. (117) En conclusion de ces études menées sur les nouveau-nés et enfants, on remarque que la musique joue un rôle significatif dans la réduction de la douleur, et que, bien que le choix de la préférence musicale joue un rôle dans l'efficacité de la réduction de plusieurs types de douleur, on peut voir qu'elle n'est pas le seul facteur, ainsi, le tempo, le rythme, l'harmonie sont également des facteurs permettant de réduire la douleur, l'anxiété, les mouvements physiologiques (fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, saturation en oxygène). (118)

Une étude effectuée dans un service des urgences a eu pour objectif de tester un adjuvant aux traitements opioïdes traditionnels dans le cadre des douleurs aiguës. Les patients ont reçu de la musique via une application pour smartphone (Unwind), avec un groupe supervisé par un professionnel organisant 3 sessions journalières de 10 minutes et un groupe non supervisé où les patients peuvent décider de quand utiliser leur musique. L'étude regroupe 82 personnes dont 58% de genre masculin. Les patients ont également reporté des scores élevés de dépression, d'anxiété et de stress. Les résultats montrent une réduction significative de la douleur chez la majorité des patients, avec un plus grand soulagement chez les patients qui avaient une douleur de plus grande intensité avant l'intervention musicale. La réduction de la douleur ne montre pas de différence entre les groupes qui étaient supervisés et les groupes laissés en autonomie, les deux voient une diminution de la douleur.

Lors de cette étude, 69% des patients avaient déjà utilisé des techniques de musicothérapie et 79% déclarent qu'ils continueraient à utiliser des techniques de musicothérapie diffusées par smartphone à leur domicile pour soulager leurs douleurs et les symptômes qui peuvent être associés à celle-ci tels que l'anxiété, la dépression, les troubles du sommeil. Cette étude possède quelques limites, le nombre de patient inclus reste assez faible, elle a été menée dans un unique service d'urgence, cependant les résultats sont cohérents avec une multitude d'études effectuées sur d'autres types de patients avec d'autres types de douleurs. (119)

Ensuite, on peut analyser les résultats d'une étude qui s'est concentrée sur la musicothérapie durant une coloscopie sous sédation consciente à faible dose sur 167 patients.

Il faut savoir que la coloscopie est un examen de routine qui est assez traumatisant pour le patient et entraîne une grande anxiété et beaucoup d'inconfort. Il existe d'autres études montrant que l'anxiété et l'inconfort des patients diminue lors d'examens endoscopiques gastro-intestinaux. Un groupe recevant de la musique a été comparé à un groupe ne recevant pas de musique. La playlist était la même pour tous les patients du groupe musique et de type musique relaxante. On ne remarque aucun changement dans les deux groupes sur la pharmacocinétique des sédatifs qui ont été administrés en proportions égales. Les patients du groupe ayant reçu de la musique rapportent une meilleure expérience globale et aimeraient continuer à avoir de la musique lors de prochains examens de ce type. En effet, ces examens sous musicothérapie améliorent le confort du patient, diminuent son anxiété et réduisent la fréquence cardiaque, ce sont des phénomènes déjà observés dans des études décrites précédemment ou dans d'autres études sur des examens endoscopiques.

D'autres études sur des examens endoscopiques, comme les dépistages de proctosigmoïdites par exemple, montrent que les douleurs abdominales ont diminué et que les doses de sédatifs nécessaires sont moins élevées. Enfin, les limites de cette étude sont principalement le nombre de patients inclus, assez faible, mais dont les résultats concordent avec d'autres études comparables. Ensuite, les patients ne pouvaient pas choisir le type de musique qu'ils préfèrent, or, il a été démontré que les effets de la musique sur l'organisme sont beaucoup plus significatifs lorsque le patient a le choix du type de musique. De plus les deux groupes testés étaient assez hétérogènes ce qui peut apporter des biais supplémentaires. (120)

Des études ont été effectuées en péri opératoire dans différents services afin de voir l'effet de la musique sur ces types de douleur. Tout d'abord, lors d'opérations oto-rhino-laryngologiques (ORL).

En post opératoire, on cherche à traiter plusieurs symptômes tels que les nausées, vomissements, douleurs ou stress. De plus, lors de ce type d'opérations, les médicaments conseillés sont souvent chers et dotés d'effets indésirables importants. Les patients du groupe musique ont reçu différentes sessions musicales pendant les 24h post opération. Les données recensées post opératoires, montrent que les patients exposés à la musique ressentent une diminution significative de l'intensité de la douleur, une diminution de leur fréquence cardiaque et des doses plus faibles de médicaments analgésiques nécessaires. (121) Ensuite, il y a également des études sur le soulagement de la douleur post opératoire après une chirurgie cardiaque.

En effet, on sait que les opérations de chirurgie cardiaque entraînent une forte anxiété et une douleur de grande intensité post-opératoire malgré la prescription de benzodiazépines et d'opioïdes. Vingt études ont été analysées sur 1 169 patients avec des musiques utilisées de type relaxant, calmant, sédatif, sans rythme fort ni percussion. La musique était diffusée dans l'ensemble via des écouteurs et les patients avaient le choix de la musique (total ou présélectionné) dans 55% des études. Des sessions de 30 minutes étaient effectuées en périopératoire. On remarque des diminutions statistiquement significatives de la douleur et de l'anxiété dans toutes ces études. Les effets les plus importants se font sur les groupes où les patients peuvent choisir leur propre musique ou au moins présélectionner des genres de musique. Lorsque les chercheurs imposent la musique, les effets sont moins significatifs. Il n'y a pas d'informations pertinentes sur les effets de la musique avec la durée de séjour, le taux d'opioïdes utilisés ou d'autres paramètres physiologiques car les études ont été effectuées sur des échantillons faibles et que ces paramètres ont été regardés secondairement sans analyse statistique adaptée. (122)

Une autre méta-analyse publiée dans The Lancet sur l'utilisation de la musique en périopératoire confirme les précédentes études indiquant la diminution de la douleur, l'anxiété et l'usage d'antalgiques avec un effet potentialisé lorsque la musique est utilisée en amont des opérations. Des effets comparables ont été remarqués également chez les patients sous anesthésie générale. Soixante-treize études ont été incluses dans cette méta analyse avec divers points d'évaluation comme des interventions chirurgicales sous anesthésie locale et générale, les différents types de musique utilisés, les différentes méthodes de diffusion (oreiller musical, écouteurs, casque), les paramètres secondaires (anxiété, dépression).

Les résultats de ces études montrent une diminution significative des douleurs post opératoires, une réduction de l'anxiété pré et post opératoire, une diminution de la consommation d'antalgiques, et la satisfaction, le bien être des patients est amélioré de façon significative. Cependant, aucun effet significatif n'a été démontré en ce qui concerne la durée de séjour après l'intervention. Les effets sous anesthésie générale sont moins puissants que lorsque le patient est conscient, de plus, d'autres études sont nécessaires lorsque le patient est inconscient afin d'en apprendre plus sur les effets de la musique.

Cependant, cela laisse place à l'hypothèse que la musique agit réellement sur l'organisme et que ce n'est pas uniquement un effet de distraction et de plaisir. ([123](#), [124](#))

Une étude multicentrique a également évalué si la musicothérapie permettait de réduire la dose d'analgésiques nécessaires chez le patient ce qui réduirait les effets indésirables. La musique a été diffusée par des écouteurs pendant 20 minutes aux patients étant sous anesthésie générale. La musique était rejouée en boucle jusqu'à la fin de l'opération. Les patients du groupe ayant reçu de la musique demandent une dose significativement inférieure d'opioïdes (4,0 mg) que les patients n'ayant pas reçu de musique durant l'intervention (5,3 mg). De plus, on observe une réduction significative des douleurs post opératoires après 24h avec une diminution moyenne de 25%. Cette étude montre qu'il y a une perception du patient même lorsqu'il est anesthésié. Lors de précédentes études, on connaissait déjà les perceptions « négatives » des patients sous anesthésie générale avec un stress augmenté notamment dû aux nuisances de l'opération, des paroles des soignants... Cette étude est prometteuse concernant les perceptions « positives » qui vont, de plus, réduire le besoin en opioïdes et permettre un meilleur confort pour le patient. Cette réduction en opioïdes entraînent des bénéfices pour le patient en limitant les effets indésirables et une réduction des coûts de santé ([125](#), [126](#)). Nous avons également trouvé une étude qui évalue les doses de médicaments administrés lors d'une sédation consciente durant une angiographie coronarienne sous musicothérapie. Durant ce type d'intervention, on utilise des opioïdes et des benzodiazépines. Pour le groupe recevant de la musique, elle a été diffusée 20 minutes avant le début de l'opération jusqu'à une heure après la fin de l'opération. Les musiques ont été choisies par les patients et diffusées via des écouteurs. Les résultats montrent que moins de la moitié des patients du groupe musique ont ressenti le besoin de midazolam contrairement au groupe contrôle dont 62% en ont eu besoin.



De plus, on peut voir que les doses de midazolam administrées au groupe musique sont significativement plus faibles que les doses administrées au groupe contrôle. (127)

Une méta analyse a été faite sur les douleurs associées à des cancers et leur soulagement par la musique. Cette analyse inclut 52 essais comprenant au total 3 731 patients. Les résultats montrent une diminution de l'anxiété, un impact positif sur la dépression et une forte réduction des douleurs ainsi qu'une amélioration générale de la qualité de vie. (128)

On va désormais se concentrer sur les études concernant les douleurs chroniques et la musicothérapie, qui peut donc s'appliquer en dehors de l'hôpital. Les résultats d'une méta-analyse ont évalué l'efficacité de la musique sur la réduction de la douleur, mais aussi sur les co-pathologies associées comme le stress et la dépression, la qualité de vie.

Dans cette étude ont été inclus tous types de douleurs chroniques, tous types de musiques, des musiques choisies par les patients ou par les chercheurs. L'évaluation de la douleur a été faite par les méthodes traditionnelles, comme pour les autres études présentées. Cette méta-analyse a trouvé 14 articles pertinents comprenant au total 1 178 patients avec des douleurs de diverses origines comme des douleurs liées au cancer, des fibromyalgies, des douleurs de soins palliatifs, des arthrites, des maladies de l'intestin irritable et des douleurs chroniques non malignes. L'âge moyen des patients inclus était de 55 ans avec une douleur persistante de 7 ans en moyenne. Les sessions de musique étaient diffusées à n'importe quel moment de la journée, y compris en phase douloureuse et duraient entre 20 et 30 minutes pour 80% des études pendant 5 semaines et était diffusée par écouteurs dans la majorité des essais. Les patients ont choisi la musique dans 50% des études et les musiques n'étaient pas jouées en live sauf pour 2 études.

Les genres de musique diffusées étaient de la musique classique, des chansons suédoises, du jazz, de la pop, des chansons taiwanaises folks, de la musique classique chinoise, des musiques bouddhistes, des musiques d'ambiance telles que de la harpe, le son des vagues, des orchestres.

Les résultats obtenus parmi toutes les études montrent une réduction significative de la douleur, de la dépression et de l'anxiété. Les douleurs dégénératives, mécaniques, inflammatoires, d'étiologie inconnue et d'étiologie combinée montrent une réduction de douleur significative tandis que l'effet n'est pas significatif pour les patients ayant une douleur cancéreuse.

Ensuite il n'y a pas de différence entre douleur centrale et périphérique, les deux types peuvent être influencés par la musique. Une nouvelle fois, il y a une différence significative et un effet plus élevé lorsque le patient choisit sa musique que lorsque c'est le chercheur qui choisit la musique. Les études évaluées possèdent une hétérogénéité élevée en termes d'échelles utilisées, de types de musiques diffusées. En conclusion, on remarque une diminution significative de la douleur et des comorbidités associées comme l'anxiété et la dépression lors de l'écoute musicale. De plus les effets analgésiques sont plus importants lorsque le patient choisit la musique. L'effet analgésique de la musique pourrait provenir d'un mécanisme de régulation descendant via le système modulateur descendant. Les effets analgésiques de la musique n'ont pas démontré de préférences en fonction de la localisation de la douleur ou encore de l'étiologie.

Cela montre qu'il y a bien un effet analgésique sur la douleur qui va agir sur les voies de la douleur et les réguler indépendamment de leur type ou de leur étiologie. On ne peut pas encore dire si la musique enregistrée a plus d'impact que la musique en live à cause du manque d'études sur le sujet. Il n'y aurait apparemment pas une plus grande efficacité si la musique est connue du patient ou non. (129) D'autres études sont disponibles sur des douleurs chroniques spécifiques comme la fibromyalgie avec des résultats similaires. Vingt patients fibromyalgiques avec des symptômes de dépression associés ont été inclus dans l'étude. Les patients du groupe musique ont choisi eux-mêmes leur musique de préférence. On peut voir une réduction significative de la douleur et de la dépression dans le groupe musique par rapport au groupe contrôle. (130) Une étude récente a également évalué les effets de la musicothérapie administrée par smartphone sur la migraine. La migraine reste un problème de santé majeur, idiopathique, qui bien souvent est persistant et où les traitements médicamenteux ne sont pas toujours adaptés. Elle possède des symptômes intenses, en fonction de son type, la migraine sans aura apparaît de façon pulsatile, de façon unilatérale, d'intensité aiguë, pouvant être associée à des nausées, une photophobie et une phonophobie, tandis que la migraine avec aura va induire des troubles de la parole, sensoriels ou visuels. Ces symptômes vont dégrader la qualité de vie des patients et entraîner des comorbidités associées tels que de l'anxiété, de la dépression ou d'autres troubles psychiatriques. Vingt patients migraineux ont été inclus dans l'étude pendant 3 mois avec des sessions de musicothérapie via application sur smartphone (MusicCare). Les patients ont effectué une à deux sessions par jour avec un minimum de 15 sessions minimum par mois.

Les paramètres mesurés correspondent à la fréquence des crises de migraine, la durée des crises ainsi que l'intensité moyenne des crises migraineuse. Les patients ont également mesuré leur niveau d'anxiété et de dépression. Les résultats obtenus montrent une réduction significative de la fréquence d'apparition avec une diminution de 50% des crises chez la moitié des patients. On remarque également une diminution de la consommation de médicaments, de la durée des crises de migraine, du stress et de la dépression. ([131](#))

Nous pouvons constater au travers de toutes ces études effectuées en 40 ans de recherche que la musicothérapie a un impact significatif sur les différents types de douleurs existantes, peu importe la localisation ou l'étiologie. Elle entraîne également une réduction des comorbidités associées aux douleurs persistantes comme par exemple l'anxiété, la dépression...

Et enfin, elle permet de réduire les doses de médicaments et la fréquence des médicaments pris par les patients. Elle peut aussi potentialiser l'effet de certains médicaments ce qui rejoint notre point précédent. Les techniques de musicothérapie sont plus efficaces lorsque le patient peut choisir le type de musique qu'il veut écouter afin de soulager sa douleur et de se relaxer. Dans la majorité des cas, c'est le patient qui gère en autonomie, les paramètres de l'outil digital qui va diffuser la musique, cela peut s'appliquer en milieu hospitalier ou bien à la maison, confortablement.

Il y a cependant des précautions à prendre sur ces résultats avec quelques limites, quelques biais que l'on peut reprocher aux études. Souvent, les groupes comparés sont faibles en nombres. C'est la multiplicité des essais cliniques et pré cliniques depuis des décennies ainsi que les résultats homogènes obtenus dans ces essais qui démontrent que ce type de thérapie à un potentiel fort dans l'indication de la douleur. En effet, les études sélectionnées sont comparables entre elles car elles possèdent des points communs notamment sur les objectifs des études, les données secondaires analysées, le type de patient étudié ou encore la manière de diffuser la musique. Les divergences entre ces études sont également intéressantes puisque l'on peut voir que la majorité des résultats de ces études montrent une diminution significative de la douleur indépendamment du type de pathologie du patient ou de la localisation géographique.

### 3.3.3. Deux exemples d'application pour smartphone de musicothérapie certifiées

Durant mon travail de recherche, 2 applications certifiées par les autorités de santé (ANSM et FDA) sont ressorties, nous allons donc voir plus en détail comment fonctionnent ces applications, à qui s'adressent-elles et qu'elles sont leur stratégie.

#### 3.3.3.1. *Unwind*

Cette application a été utilisée dans plusieurs études cliniques dans l'évaluation de la douleur par musicothérapie. Cette application innovante va créer des musiques nouvelles sur mesure en fonction des préférences de l'utilisateur. Unwind va avoir plusieurs pistes de musique isolée de plusieurs instruments (sons de la nature, musiques sédatives) pendant plusieurs heures sur différents rythmes et tempo et, grâce à toute cette variété de pistes disponibles l'application va créer sur mesure des nouvelles musiques à propriété antalgiques en mixant ces différentes pistes entre elles, jouant avec les tempos. Les musiques sont composées à partir de questions posées à l'utilisateur sur leurs préférences, leur niveau d'anxiété, leur niveau de douleur, leur fréquence cardiaque. Ensuite, les utilisateurs ont le choix entre 5 morceaux de musique différents et doivent choisir leur morceau préféré. L'algorithme de machine learning utilisé va permettre de créer des nouvelles musiques mais qui ressemblent à des musiques familières et appréciées. Les usagers de cette application révèlent des effets significatifs sur l'anxiété, la douleur, l'aide à l'endormissement. Selon les utilisateurs cette application est très intuitive et simple d'utilisation. (132) Malheureusement, très peu d'informations ou de retour d'expérience sont disponibles sur cette application.

#### 3.3.3.2. *MusicCare*

Cette application m'est plus familière, elle m'a inspiré le sujet de cette thèse et m'a initié à la musicothérapie. C'est la première thérapie digitale créée contre la douleur. C'est une innovation française, provenant d'une startup et ayant obtenu le statut de dispositif médical. L'objectif est de soulager l'anxiété et la douleur et d'aider à l'endormissement. Elle utilise la méthode de la séquence en U qui se base sur le principe de l'hypno-analgésie que l'on a détaillé précédemment. Il y a des séquences spécifiques pour travailler sur l'endormissement (séquence en L) ou sur l'éveil (séquence en J). MusicCare développe des algorithmes spécifiques utilisant le machine learning afin de composer des séquences sur mesure.

Les séquences sont jouées par des musiciens de renom et composées par des scientifiques et musicothérapeutes reconnus.

Cette application commence à se créer une notoriété, en effet, elle fait l'objet de plus de 150 publications scientifiques, elle a également reçu plusieurs récompenses d'innovation en santé.

(133) Ces publications constatent ses effets sur différents types de douleurs, traitées à l'hôpital ou en autonomie à la maison. Selon les études, 2 sessions de plus de 30 minutes par jour pendant 2 mois diminuerait les douleurs ainsi que la consommation de médicaments de plus de 50%. L'effet serait bénéfique jusqu'à 2 mois après la dernière séance. De plus, d'autres études montrent que l'anxiété et la dépression, cofacteurs souvent associés avec la douleur chronique, diminuent de façon significative. Elle peut agir également sur les troubles du sommeil, ce qui va entraîner une augmentation de la qualité de vie et moins d'anxiété. Ensuite, il y a également des études qui montrent une baisse significative de certaines constantes physiologiques telles que la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire. (134)

Le patient va d'abord mesurer sa douleur, il va ensuite pouvoir sélectionner le type de musique qu'il veut entendre et ensuite il y a une post évaluation de la douleur qui va permettre de mesurer la qualité du soin apportée.

In fine MusicCare a été reconnu par le monde scientifique et cherche à s'imposer et à devenir la solution non médicamenteuse de référence dans la douleur. (135)

MusicCare a d'abord été appliqué dans les différents services du milieu hospitalier, cependant, la douleur, notamment chronique étant un enjeu majeur international et d'avenir, la stratégie mise en place a été de démocratiser cette technologie à la médecine de ville. C'est pour cela que MusicCare a décidé de s'associer à Sanofi afin de pouvoir étendre cette thérapie innovante à tout le territoire français dans un premier temps.

Une phase pilote a été lancée avec succès durant l'été 2021 et a permis d'implanter en médecine de ville, cette thérapie digitale contre les douleurs. Cette collaboration a permis de développer une nouvelle version de l'application accessible aux patients non hospitalisés.

(136)

## 4. CONCLUSION

Nous avons abordé le sujet relativement méconnu de la musicothérapie en santé adoptée à la douleur et aux comorbidités qui peuvent être associées à celle-ci telles que l'anxiété ou la dépression qui affectent énormément la qualité de vie des patients douloureux. L'intérêt de la musicothérapie est qu'elle est simple à mettre en place, aucun effet indésirable lié à ce type de thérapie n'a été reporté dans les différents essais cliniques, et elle n'entraîne aucune gêne. Elle possède différents styles variés et chacun peut en apprécier les effets. En effet, depuis la préhistoire et dans toutes sortes de civilisations on retrouve les vertus thérapeutiques de la musique.

Nous avons formulé des hypothèses selon lesquelles la musicothérapie sous forme d'application digitale soulage la douleur, permet de réduire les doses de médicaments tout en étant totalement dénuée d'effets indésirables.

On a pu voir à travers l'analyse des différentes études incluses dans ce document, que la musicothérapie sous forme d'application digitale va soulager de façon significative les douleurs ainsi que les comorbidités associées et également réduire la consommation de médicaments antalgiques. Cela va entraîner une amélioration de la qualité de vie des patients. Cette technologie innovante s'inscrit dans la nouvelle ère médicale où l'on recherche un parcours de soin personnalisé, adapté à chacun et où l'on essaie de limiter les traitements médicamenteux afin d'éviter les effets indésirables potentiels.

Ces nouvelles thérapies non médicamenteuses associent la notion de soin avec celle de bien-être et de plaisir, elles envoient des ondes positives qui aident à l'efficacité du traitement.

On a pu voir également l'importance du digital dans ces nouvelles thérapies. En effet, on se sert du digital pour évaluer automatiquement les constantes physiologiques, on peut évaluer la douleur, l'anxiété et d'autres facteurs utiles afin de proposer, notamment par des systèmes de machine learning, des compositions musicales créées sur mesure selon les préférences du patient. Ces techniques d'IA vont mixer différentes pistes entre elles, différents tempos et rythmes afin de créer ce que l'on appelle une musique analgésique. Tous les styles sont disponibles selon les préférences et sont adaptés pour entraîner un effet thérapeutique et une infinité de nouvelles musiques peuvent être créées grâce à ces algorithmes.

Les patients vont donc pouvoir choisir selon leurs goûts, la musique thérapeutique qu'ils désirent afin d'avoir un effet plus important sur leur douleur.

Ensuite, on a pu voir que l'onde musicale agit sur les mêmes zones du SNC que la douleur ou la dépression. On peut supposer que lors de séances de musicothérapie il va y avoir une concurrence au niveau du SNC entre la sensation de plaisir et de bien-être et la sensation de douleur qui va donc être atténuée. Les mécanismes d'action de la musique ne sont pas encore connus à 100%, cependant les éléments les plus pertinents montrent qu'il y aura un mode d'action multifactoriel avec un effet distraction qui en détournant notre attention de la douleur permet de l'atténuer. Cependant cet effet a des limites et ne peut expliquer la baisse significative de différents types de douleurs. En effet, on a pu remarquer durant cette revue de la littérature, dans la partie 3.3, que la musicothérapie permet de diminuer significativement les douleurs de tous types et peu importe leur localisation. Elle est déjà utilisée dans différents services à l'hôpital tels que la chirurgie, l'anesthésiologie, les soins palliatifs, les urgences, la cardiologie... mais elle commence à être utilisée en totale autonomie en ambulatoire et en médecine de ville. Elle va avoir un effet bénéfique sur les douleurs aiguës, les douleurs chroniques, les douleurs mécaniques, les douleurs inflammatoires. On en conclut donc qu'il y a une action directe de la musique sur le SNC. La musique va réellement améliorer la connectivité et la communication entre les différents neurones, et modifier la neuroplasticité à l'inverse de la douleur qui va diminuer la connectivité de certaines zones. Elle va agir notamment sur la mémoire, l'attention, la perception ou le contrôle moteur. La musique va directement activer le circuit de la récompense ainsi que la voie dopaminergique. De plus, il va y avoir une action sur les zones ciblées par la douleur à savoir le NaC, l'amygdale, le PFCm, le cortex cingulaire et le cortex limbique.

Comme décrit tout au long de cette revue de la littérature, la douleur est un problème majeur de santé publique, tout le monde a expérimenté la douleur, aiguë ou chronique, c'est la première cause de consultation en France, deux patients sur trois ne sont pas soulagés par le traitement qu'ils utilisent. Certains types de douleurs n'ont pas de traitements adaptés (cf la migraine). Plus de la moitié des patients douloureux chroniques voient leur qualité de vie altérée ainsi que l'apparition de comorbidités dues à une douleur persistante comme la dépression, l'anxiété, une amplification de la douleur. Ce sujet majeur a donné lieu à différents plans douleurs comme vu en partie 1 et les coûts de santé associés à ces pathologies restent faramineux alors que les traitements ne sont pas tout à fait adaptés.

Avec l'arrivée de la musicothérapie, parfois plus efficace que certaines thérapies (cf migraine), on arrive à un traitement plus personnalisé et adapté qui va pouvoir potentialiser l'effet de certains antalgiques. ([137](#))

De plus, l'évolution des technologies du digital permet d'améliorer le bien-être, la santé et la prévention.

On retrouve une forme de responsabilisation du patient et d'autocontrôle de ses constantes. Cela va améliorer sa qualité de vie et lui permettre de devenir un acteur majeur de sa santé. On a pu voir également dans les applications de musicothérapie, que l'AI va jouer un rôle primordial pour créer des nouvelles mélodies basées sur des systèmes considérés comme analgésiques en prenant aussi en compte les préférences des utilisateurs. Ces applications sont simples d'utilisation, accessibles à tous et contrôlent le niveau de douleur et d'anxiété des patients afin de créer un suivi de l'efficacité de la thérapie.

A travers les études analysées, nous avons trouvé beaucoup de points intéressants et prometteurs quant aux propriétés thérapeutiques et aux bienfaits de la musicothérapie. Cependant, d'autres études sont nécessaires afin de confirmer les premières découvertes. En effet, les études menées jusqu'à présent ont plutôt un rôle de précurseurs et comportent donc certains biais. En effet, les études sont bien souvent faites sur des échantillons de patient réduits, hétérogènes, les paramètres secondaires évalués ne sont pas tous identiques ou ne sont pas évalués par des outils appropriés. De plus, il n'y a pas encore de standards établis sur l'utilisation de la musicothérapie, combien de temps doit durer une séance, à quelle fréquence, est-on obligé d'utiliser des écouteurs...

Pour l'instant, les conclusions faites montrent une meilleure efficacité de la musicothérapie lorsque l'on fait une à deux séances par jour de 20 minutes minimum pendant au moins 1 mois. Il faut se mettre dans un environnement calme avec des écouteurs.

Pour finir, on a pu voir que la musicothérapie est une thérapie d'avenir dans l'indication des douleurs, très utile en tant qu'adjuvant des traitements analgésiques traditionnels, elle permet d'améliorer considérablement la qualité de vie et le confort des patients. Elle ne possède aucun effet néfaste sur l'organisme et n'est pas coûteuse à mettre en place, on optimise donc ses chances de soulagement de la douleur lorsque l'on ajoute ce type de thérapie à son traitement. Finalement, on peut affirmer que la musicothérapie va être un bon complément de traitement contre les douleurs et les symptômes pouvant être associés à la douleur.



Plus d'études doivent être faites afin de déterminer si la musicothérapie pourra un jour remplacer totalement un traitement médicamenteux, mais dans tous les cas, elle peut contribuer à la diminution des doses de médicaments utilisés.

Le Doyen de l'UFR de Pharmacie,  
Pr Christiane FORESTIER

Le président de jury,  
Pr David BALAYSSAC

## BIBLIOGRAPHIE

1. OCDE. Stratégie de l'OCDE pour l'innovation [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.oecd.org/fr/sites/strategiedelocdepourlinnovation/definirlinnovation.htm>
2. Zeitoun C, CNRS. Les flops de l'innovation. 21 mai 2015; Disponible sur: <https://lejournel.cnr.fr/articles/les-flops-de-linnovation67>.
3. Zeitoun C, CNRS. Les flops de l'innovation. 21 mai 2015; Disponible sur: <https://lejournel.cnr.fr/articles/les-flops-de-linnovation67>.
4. Larousse. Digital : définition [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/digital/25502>
5. Essentiel santé magazine. Le numérique envahit notre quotidien : bonne ou mauvaise nouvelle? 9 janv 2020; Disponible sur: <https://www.essentiel-sante-magazine.fr/societe/vie-quotidienne/numerique-envahit-quotidien-bonne-ou-mauvaise-nouvelle>
6. Infotel. La transformation digitale dans nos secteurs d'activité [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.infotel.com/actualites/parole-expert/decryptage-la-transformation-digitale-dans-nos-secteurs-dactivite/>
7. Infotel. La transformation digitale dans nos secteurs d'activité [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.infotel.com/actualites/parole-expert/decryptage-la-transformation-digitale-dans-nos-secteurs-dactivite/>
8. Infotel. La transformation digitale dans nos secteurs d'activité [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.infotel.com/actualites/parole-expert/decryptage-la-transformation-digitale-dans-nos-secteurs-dactivite/>
9. Voinçon M. Comment le digital révolutionne notre quotidien? [Internet]. 2019. Disponible sur: <https://www.digilor.fr/comment-le-digital-revolutionne-notre-quotidien/>
10. Vittori JM, Les échos. Le numérique, une révolution pas comme les autres. 15 févr 2018; Disponible sur: <https://www.lesechos.fr/2018/02/le-numerique-une-revolution-pas-comme-les-autres-984510>
11. Ministère des solidarités et de la santé. Innovation en santé [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/systeme-de-sante-et-medico-social/recherche-et->

innovation/innovation-en-

sante/?TSPD\_101\_R0=087dc22938ab20005d6c0434e933c85d5e0dff51e94b42bfafe551331a  
b69420ecf0a99d72d545bf08a5e70e6414300047c579cef0454beadada9392986705dfdb4ec9  
98a7e5da5b2c54f1d0426370093809185253806ea4bb556426177424b2

12. Académie de médecine. Enquête d'opinion [Internet]. 2020. Disponible sur:

<http://www.academie-medecine.fr/wp-content/uploads/2020/04/Dossier-sondage-4-fevrier-2020.pdf>

13. Académie de médecine. Enquête d'opinion [Internet]. 2020. Disponible sur:

<http://www.academie-medecine.fr/wp-content/uploads/2020/04/Dossier-sondage-4-fevrier-2020.pdf>

14. Le Parisien. Citations d'Emmanuel Kant sur la musique [Internet]. s.d. Disponible sur:

<https://citation-celebre.leparisien.fr/citations/52403>

15. Kubik S, Radio France. L'émotion de la musique décryptée. D'où provient le frisson

musical? [Internet]. 2016. Disponible sur: [https://www.radiofrance.fr/francemusique/l-  
emotion-de-la-musique-decryptee-d-ou-provient-le-frisson-musical-3740960](https://www.radiofrance.fr/francemusique/l-emotion-de-la-musique-decryptee-d-ou-provient-le-frisson-musical-3740960)

16. Dumaine C, Bonnet S, France Bleu. Les pouvoirs de la musique sur nos émotions

[Internet]. 2021. Disponible sur: [https://www.francebleu.fr/culture/musique/les-pouvoirs-  
de-la-musique-sur-nos-emotions-1609864110](https://www.francebleu.fr/culture/musique/les-pouvoirs-de-la-musique-sur-nos-emotions-1609864110)

17. SFM. Histoire de la musicothérapie [Internet]. s.d. Disponible sur:

<https://francemusicotherapie.fr/la-musicotherapie/histoire-de-la-musicotherapie/>

18. Kubik S, Radio France. La musicothérapie : la connaissons-nous vraiment? [Internet].

2016. Disponible sur: [https://www.radiofrance.fr/francemusique/la-musicotherapie-la-  
connaissons-nous-vraiment-6765286](https://www.radiofrance.fr/francemusique/la-musicotherapie-la-connaissons-nous-vraiment-6765286)

19. FFM. Qui est-il? [Internet]. s.d. Disponible sur: [https://www.musicotherapie-  
federationfrancaise.com/musicotherapie/](https://www.musicotherapie-federationfrancaise.com/musicotherapie/)

20. Guétin S, Jaber S, Bahloul H, Blayac JP, Eledjam JJ. Musicothérapie et algologie [Internet].

2004. Disponible sur: <https://www.edimark.fr/Front/frontpost/getfiles/10067.pdf>

21. apm. Une personne sur cinq dans le monde souffre de douleurs chroniques modérées à

fortes [Internet]. 2004. Disponible sur:

<https://www.apmnews.com/freestory/10/139906/une-personne-sur-5-dans-le-monde-souffre-de-douleurs-chroniques-moderees-a-fortes>

22. Sanofi. Les français et la douleur [Internet]. 2014. Disponible sur:

[https://www.sanofi.fr/dam/jcr:58aab572-0263-474a-a1fb-cae715386082/10-10-1\\_francais\\_sur\\_2\\_souffre\\_actuellement\\_dune\\_douleur.pdf](https://www.sanofi.fr/dam/jcr:58aab572-0263-474a-a1fb-cae715386082/10-10-1_francais_sur_2_souffre_actuellement_dune_douleur.pdf)

23. IAFSP. Définition de la douleur [Internet]. 2020. Disponible sur: <https://www.iasp-pain.org/publications/iasp-news/iasp-announces-revised-definition-of-pain/>

24. Inserm. Douleur, Un symptôme fréquent, parfois vécue comme une fatalité [Internet]. 2021. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/douleur/>

25. Institut national du cancer. La douleur c'est quoi? [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Qualite-de-vie/Douleur/La-douleur-c-est-quoi>

26. Inserm. Douleur, Un symptôme fréquent, parfois vécue comme une fatalité [Internet]. 2021. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/douleur/>

27. Université de Montréal. Les voies de la douleur [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://anesthesiologie.umontreal.ca/wp-content/uploads/sites/33/Chap-1-Les-Voies-de-la-Douleur.pdf?msclkid=e410890ea8f811ec83a83e38adef3988>

28. Upsa. Les mécanismes d'action de la douleur : explications [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.upsa-nosproduits.com/douleurs-fievre/les-mecanismes-de-la-douleur-nos-explications>

29. Basbaum AI, Bautista DM, Scherrer G, Julius D. Cellular and Molecular Mechanisms of Pain. *Cell*. oct 2009;139(2):267-84.

30. Université de Montréal. Les voies de la douleur [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://anesthesiologie.umontreal.ca/wp-content/uploads/sites/33/Chap-1-Les-Voies-de-la-Douleur.pdf?msclkid=e410890ea8f811ec83a83e38adef3988>

31. Ifsi Troyes. Le trajet de la douleur [Internet]. s.d. Disponible sur: [http://www.ifsi-troyes.fr/sites/default/files/la\\_douleur\\_0.pdf?msclkid=03a0b3e5a8f011ecbf31606746b00e13](http://www.ifsi-troyes.fr/sites/default/files/la_douleur_0.pdf?msclkid=03a0b3e5a8f011ecbf31606746b00e13)

32. Yam M, Loh Y, Tan C, Khadijah Adam S, Abdul Manan N, Basir R. General Pathways of Pain Sensation and the Major Neurotransmitters Involved in Pain Regulation. IJMS. 24 juill 2018;19(8):2164.
33. Larousse. Définition : nocicepteurs [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/nocicepteur/54736?msckid=91cbf886a8fe11eca21394fe6b3fc19d>
34. Palli-sciences. Les différents types de nocicepteurs. [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://palli-science.com/manuel-de-la-douleur/les-differents-types-de-nocicepteurs?msckid=91cb072da8fe11ec817b7c5456b57406>
35. ENS. Les différents types de récepteurs de la nociception [Internet]. s.d. Disponible sur: <http://accs.ens-lyon.fr/biotic/neuro/douleur/html/typnoci.htm?msckid=0a39d049a90111ec806c08fa4b7203a3>
36. Douleurs chroniques : anatomie, physiologie, évaluation [Internet]. s.d. Disponible sur: <http://douleurchronique.fr/physiologie-conduction.html?msckid=0e7c4d61a91911ec8b829d4bc8b5062c>
37. Basbaum AI, Bautista DM, Scherrer G, Julius D. Cellular and Molecular Mechanisms of Pain. Cell. oct 2009;139(2):267-84.35.
38. Voscopoulos C, Lema M. When does acute pain become chronic? British Journal of Anaesthesia. déc 2010;105:i69-85.
39. Xu A, Larsen B, Baller EB, Scott JC, Sharma V, Adebimpe A, et al. Convergent neural representations of experimentally-induced acute pain in healthy volunteers: A large-scale fMRI meta-analysis. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. mai 2020;112:300-23.
40. Bushnell MC, Čeko M, Low LA. Cognitive and emotional control of pain and its disruption in chronic pain. Nat Rev Neurosci. juill 2013;14(7):502-11.
41. HAS. Douleur chronique : reconnaître le syndrome douloureux chronique, l'évaluer et orienter le patient [Internet]. 2008. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-01/douleur\\_chronique\\_recommandations.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-01/douleur_chronique_recommandations.pdf)

42. <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Qualite-de-vie/Douleur/Douleur-aigue-chronique>
43. Académie de médecine. Les douleurs chroniques en France. Recommandations de l'Académie nationale de médecine pour une meilleure prise en charge des malades [Internet]. 2018. Disponible sur: <https://www.academie-medecine.fr/wp-content/uploads/2018/10/après-vote-Rapport-Douleurs-chroniques-12-10-2018-2.pdf>
44. SFETD. Livre blanc de la douleur 2017 [Internet]. 2017. Disponible sur: [https://www.sfetd-douleur.org/wp-content/uploads/2019/09/livre\\_blanc-2017-10-24.pdf](https://www.sfetd-douleur.org/wp-content/uploads/2019/09/livre_blanc-2017-10-24.pdf)
45. Ministère des solidarités et de la santé. Les structures spécialisées de la douleur chronique-SDC [Internet]. 2022. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/prises-en-charge-specialisees/douleur/article/les-structures-specialisees-douleur-chronique-sdc>
46. SFETD. Livre blanc de la douleur 2017 [Internet]. 2017. Disponible sur: [https://www.sfetd-douleur.org/wp-content/uploads/2019/09/livre\\_blanc-2017-10-24.pdf](https://www.sfetd-douleur.org/wp-content/uploads/2019/09/livre_blanc-2017-10-24.pdf)
47. Pradalier A, Auray JP, El Hasnaoui A, Alzahouri K, Dartigues JF, Duru G, et al. Economic Impact of Migraine and Other Episodic Headaches in France: Data from the GRIM2000 Study. *PharmacoEconomics*. 2004;22(15):985-99.
48. Depont F, Hunsche E, Abouelfath A, Diatta T, Addra I, Grelaud A, et al. Medical and non-medical direct costs of chronic low back pain in patients consulting primary care physicians in France. *Fundamental & Clinical Pharmacology*. févr 2010;24(1):101-8.
49. Baliki MN, Petre B, Torbey S, Herrmann KM, Huang L, Schnitzer TJ, et al. Corticostriatal functional connectivity predicts transition to chronic back pain. *Nat Neurosci*. août 2012;15(8):1117-9.
50. Yang S, Chang MC. Chronic Pain: Structural and Functional Changes in Brain Structures and Associated Negative Affective States. *IJMS*. 26 juin 2019;20(13):3130.
51. Yang S, Chang MC. Chronic Pain: Structural and Functional Changes in Brain Structures and Associated Negative Affective States. *IJMS*. 26 juin 2019;20(13):3130.

52. Vachon-Preseu E, Centeno MV, Ren W, Berger SE, Tétreault P, Ghantous M, et al. The Emotional Brain as a Predictor and Amplifier of Chronic Pain. *J Dent Res.* juin 2016;95(6):605-12.
53. Navratilova E, Morimura K, Xie JY, Atcherley CW, Ossipov MH, Porreca F. Positive emotions and brain reward circuits in chronic pain: Review: Brain Reward Circuits in Chronic Pain. *J Comp Neurol.* 1 juin 2016;524(8):1646-52.
54. Seminowicz DA, Moayedi M. The Dorsolateral Prefrontal Cortex in Acute and Chronic Pain. *The Journal of Pain.* sept 2017;18(9):1027-35.
55. SNIIL. Echelle EVA [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.sniil.fr/exercer-en-liberal/notre-exercice/la-vie-conventionnelle/dsi/91-dsi/126-echelle-de-eva-les-echelles-de-mesure-de-la-douleur-visent-a-recueillir-des-informations-reproductibles-valides-et-sensibles-aux-effets-du-traitement>
56. Herr KA, Garand L. Assessment and measurement of pain in older adults. *Clinics in Geriatric Medicine.* sept 2001;17(3):457-78.
57. SFAP. Les échelles de la douleur [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://sfap.org/rubrique/les-echelles-de-la-douleur>
58. SFETD. EVA [Internet]. s.d. Disponible sur: [https://www.sfetd-douleur.org/wp-content/uploads/2019/08/notice\\_eva\\_pediatrique.pdf](https://www.sfetd-douleur.org/wp-content/uploads/2019/08/notice_eva_pediatrique.pdf)
59. Breivik H, Borchgrevink PC, Allen SM, Rosseland LA, Romundstad L, Breivik Hals EK, et al. Assessment of pain. *British Journal of Anaesthesia.* juill 2008;101(1):17-24.
60. SFAP. Les échelles de la douleur [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://sfap.org/rubrique/les-echelles-de-la-douleur>
61. SFETD. Schéma Verbal Simple [Internet]. Disponible sur: [https://www.sfetd-douleur.org/wp-content/uploads/2019/08/notice\\_evs\\_-\\_echelle\\_verbale\\_simple.pdf](https://www.sfetd-douleur.org/wp-content/uploads/2019/08/notice_evs_-_echelle_verbale_simple.pdf)
62. SFAP. Les échelles de la douleur-adulte d'hétéroévaluation [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://sfap.org/document/les-echelles-de-la-douleur-adulte-echelles-d-hetero-evaluation>
63. Association Doloplus. L'échelle Algoplus [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.doloplus.fr/lechelle-algoplus/>

64. Association Doloplus. Bande annonce Algoplus [Internet]. 2017. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=yel3UyoyTeA>
65. SFETD. Echelle Doloplus [Internet]. Disponible sur: <https://www.sfetd-douleur.org/wp-content/uploads/2019/08/doloplus-echelle.pdf>
66. Association Doloplus. L'échelle Doloplus [Internet]. 2017. Disponible sur: <https://www.doloplus.fr/lechelle-doloplus/>
67. Association Doloplus. L'échelle Doloplus [Internet]. 2017. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=MM6V6Hg7SOE&t=84s>
68. SFAP. Les échelles de la douleur-adulte d'hétéroévaluation [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://sfap.org/document/les-echelles-de-la-douleur-adulte-echelles-d-hetero-evaluation>
69. SFAP. Les échelles de la douleur-adulte d'hétéroévaluation [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://sfap.org/document/les-echelles-de-la-douleur-adulte-echelles-d-hetero-evaluation>
70. Larousse. Définition : antalgique [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/antalgique/3785>
71. Vidal. Les médicaments des douleurs légères [Internet]. 2021. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/douleurs-fievres/prise-charge-douleur/medicament-douleur-legere.html>
72. Institut Analgésia. Les français et le paracétamol [Internet]. 2021. Disponible sur: <https://www.institut-analgesia.org/les-francais-et-le-paracetamol/>
73. ANSM. Savez-vous bien utiliser le paracétamol contre la douleur et la fièvre. [Internet]. 2021. Disponible sur: <https://ansm.sante.fr/actualites/savez-vous-bien-utiliser-le-paracetamol-contre-la-douleur-et-la-fievre60>
74. Observatoire français des médicaments antalgiques. Bon usage du paracétamol [Internet]. 2021. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=6i4POKI7d04>
75. Przybyła GW, Szychowski KA, Gmiński J. Paracetamol – An old drug with new mechanisms of action. Clin Exp Pharmacol Physiol. janv 2021;48(1):3-19.
76. Ohashi N, Kohno T. Analgesic Effect of Acetaminophen: A Review of Known and Novel Mechanisms of Action. Front Pharmacol. 30 nov 2020;11:580289.



77. Vidal. Bien utiliser les anti-inflammatoires non stéroïdiens [Internet]. 2020. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/medicaments/utilisation/bon-usage/paracetamol-aspirine-ains/anti-inflammatoires-non-steroidiens-ains.html>
78. Trung V, Tushar B. Ibuprofen [Internet]. 2021. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542299/>
79. Vidal. Les médicaments des douleurs modérées à sévères [Internet]. 2021. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/douleurs-fievres/prise-charge-douleur/douleur-moderee-severe.html>
80. Grewal N, Huecker M. Opioid Prescribing [Internet]. 2022. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551720/>
81. Cohen B, Leigh R, Preuss C. Opioid analgesics [Internet]. 2022. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459161/>
82. Vidal. Les médicaments des douleurs intenses [Internet]. 2022. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/douleurs-fievres/prise-charge-douleur/douleurs-intenses.html>
83. Gouvernement. Morphine [Internet]. 2015. Disponible sur: <https://www.drogues.gouv.fr/comprendre/lexique/morphine>
84. Murphy P, Bechmann S, Barret M. Morphine [Internet]. 2022. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526115/>
85. Vidal. Anesthésiques locaux et traitements spécifiques [Internet]. 2021. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/douleurs-fievres/prise-charge-douleur/anesthesiques-locaux.html>
86. Sofia. Actes d'anesthésie en 2010 [Internet]. 2012. Disponible sur: <https://sofia.medicalistes.fr/spip/spip.php?breve798>
87. Xiao J, Chen Z, Yu B. A Potential Mechanism of Sodium Channel Mediating the General Anesthesia Induced by Propofol. *Front Cell Neurosci.* 4 déc 2020;14:593050.
88. Hermanns H, Hollmann MW, Stevens MF, Lirk P, Brandenburger T, Piegeler T, et al. Molecular mechanisms of action of systemic lidocaine in acute and chronic pain: a narrative review. *British Journal of Anaesthesia.* sept 2019;123(3):335-49.

89. LeRobert. Définition : musique [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/musique>
90. Kubik S. La musicothérapie : la connaissons-nous vraiment? [Internet]. 2016. Disponible sur: <https://www.radiofrance.fr/francemusique/la-musicotherapie-la-connaissons-nous-vraiment-6765286>
91. Pai YH, CEFEDEM. Que peut-on apprendre de la musicothérapie pour mieux enseigner à ses élèves? [Internet]. s.d. Disponible sur: [https://www.cefedem-aura.org/sites/default/files/recherche/memoire/PAI\\_Memoire\\_Cefedem\\_-\\_juin\\_2015.pdf](https://www.cefedem-aura.org/sites/default/files/recherche/memoire/PAI_Memoire_Cefedem_-_juin_2015.pdf)
92. Pai YH, CEFEDEM. Que peut-on apprendre de la musicothérapie pour mieux enseigner à ses élèves? [Internet]. s.d. Disponible sur: [https://www.cefedem-aura.org/sites/default/files/recherche/memoire/PAI\\_Memoire\\_Cefedem\\_-\\_juin\\_2015.pdf](https://www.cefedem-aura.org/sites/default/files/recherche/memoire/PAI_Memoire_Cefedem_-_juin_2015.pdf)
93. Orfeo. Origine de la musicothérapie [Internet]. 2021. Disponible sur: <https://www.orfeo-musicotherapie.fr/blog/articles/origine-de-la-musicotherapie>
94. Labrecque A. La mélodie de l'antidouleur [Internet]. 2021. Disponible sur: <https://lactualite.com/sante-et-science/la-melodie-de-lantidouleur/>
95. Ofma. La musique adoucit les douleurs [Internet]. 2020. Disponible sur: <http://www.ofma.fr/la-musique-adoucit-les-douleurs-traitement-medecine/>
96. WHO. Santé numérique : transformer et élargir la prestation des services de santé [Internet]. 2020. Disponible sur: <https://www.euro.who.int/fr/health-topics/Health-systems/digital-health/news/news/2020/9/digital-health-transforming-and-extending-the-delivery-of-health-services>
97. CNIL. Big data [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.cnil.fr/fr/definition/big-data>
98. Syntec numérique. Révolution digitale, un nouveau rôle pour les acteurs du numérique? [Internet]. 2017. Disponible sur: <https://numeum.fr/sites/default/files/Documents/livre-blanc-innovation-technologies-revolution-digitale-syntec-numerique.PDF>
99. Fernandez M. Big data [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www-eni-training-com.ezp.em-lyon.com/portal/client/video/home>
100. Inserm. Big data en santé : Des défis techniques, humains et éthiques à relever [Internet]. 2017. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/big-data-en-sante/>

101. Inserm. Intelligence artificielle et santé : des algorithmes au service de la médecine [Internet]. 2022. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/intelligence-artificielle-et-sante/>
102. Tual M. Comment le « deep learning » révolutionne l'intelligence artificielle. 24 juill 2015; Disponible sur: [https://www.lemonde.fr/pixels/article/2015/07/24/comment-le-deep-learning-revolutionne-l-intelligence-artificielle\\_4695929\\_4408996.html](https://www.lemonde.fr/pixels/article/2015/07/24/comment-le-deep-learning-revolutionne-l-intelligence-artificielle_4695929_4408996.html)
103. Microsoft. L'intelligence artificielle : tout ce qu'il faut savoir [Internet]. 2022. Disponible sur: <https://experiences.microsoft.fr/articles/intelligence-artificielle/comprendre-utiliser-intelligence-artificielle/>
104. Poirot-Mazères I, éditeur. Santé, numérique et droit-s [Internet]. Presses de l'Université Toulouse 1 Capitole; 2018 [cité 27 mai 2022]. Disponible sur: <http://books.openedition.org/putc/4133>
105. Fondation de l'avenir. Qu'est-ce que l'e-santé? [Internet]. s.d. Disponible sur: <https://www.fondationdelavenir.org/e-sante-definition/>
106. Normand A. Prévenir plutôt que guérir: la révolution de la e-santé. Paris: Eyrolles; 2017.
107. Safon MO, Irdes. La e-santé : Télésanté, santé numérique ou santé connectée [Internet]. 2021. Disponible sur: <https://www.irdes.fr/documentation/syntheses/e-sante.pdf>
108. Guétin S, Soua B, Voiriot G, Picot MC, Hérisson C. The effect of music therapy on mood and anxiety–depression: An observational study in institutionalised patients with traumatic brain injury. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. févr 2009;52(1):30-40.
109. Chai PR, Schwartz E, Hasdianda MA, Azizoddin DR, Kikut A, Jambaulikar GD, et al. A Brief Music App to Address Pain in the Emergency Department: Prospective Study. *J Med Internet Res*. 20 mai 2020;22(5):e18537.
110. Moussard A, Rochette F, Bigand E. La musique comme outil de stimulation cognitive: *L'Année psychologique*. 4 juill 2012;Vol. 112(3):499-542.
111. Lunde SJ, Vuust P, Garza-Villarreal EA, Vase L. Music-induced analgesia: how does music relieve pain? *Pain*. mai 2019;160(5):989-93.
112. LMP. Les effets de la musique sur le cerveau [Internet]. 2018. Disponible sur: <https://www.mutuellelmp.fr/actualites/bien-vivre/les-effets-de-la-musique-sur-le-cerveau>

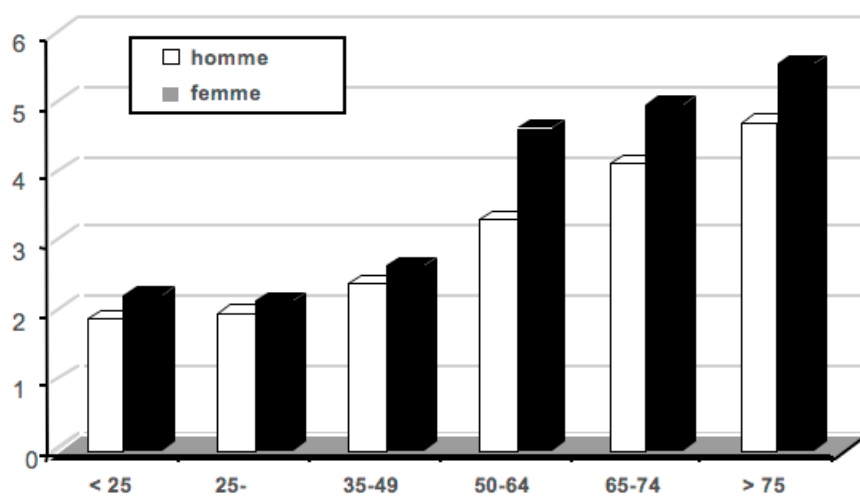
113. Mallik A, Chanda ML, Levitin DJ. Anhedonia to music and mu-opioids: Evidence from the administration of naltrexone. *Sci Rep.* févr 2017;7(1):41952.
114. Blum K, Chen TJH, Chen ALH, Madigan M, Downs BW, Waite RL, et al. Do dopaminergic gene polymorphisms affect mesolimbic reward activation of music listening response? Therapeutic impact on Reward Deficiency Syndrome (RDS). *Medical Hypotheses.* mars 2010;74(3):513-20.
115. Metcalf CS, Huntsman M, Garcia G, Kochanski AK, Chikinda M, Watanabe E, et al. Music-Enhanced Analgesia and Antiseizure Activities in Animal Models of Pain and Epilepsy: Toward Preclinical Studies Supporting Development of Digital Therapeutics and Their Combinations With Pharmaceutical Drugs. *Front Neurol.* 27 mars 2019;10:277.
116. Stegemann T, Geretsegger M, Phan Quoc E, Riedl H, Smetana M. Music Therapy and Other Music-Based Interventions in Pediatric Health Care: An Overview. *Medicines.* 14 févr 2019;6(1):25.
117. Stegemann T, Geretsegger M, Phan Quoc E, Riedl H, Smetana M. Music Therapy and Other Music-Based Interventions in Pediatric Health Care: An Overview. *Medicines.* 14 févr 2019;6(1):25.
118. Ting B, Tsai CL, Hsu WT, Shen ML, Tseng PT, Chen DTL, et al. Music Intervention for Pain Control in the Pediatric Population: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JCM.* 14 févr 2022;11(4):991.
119. Chai PR, Schwartz E, Hasdianda MA, Azizoddin DR, Kikut A, Jambaulikar GD, et al. A Brief Music App to Address Pain in the Emergency Department: Prospective Study. *J Med Internet Res.* 20 mai 2020;22(5):e18537.
120. Bechtold ML. Effect of music on patients undergoing outpatient colonoscopy. *WJG.* 2006;12(45):7309.
121. Kallush A, Riley CA, Kacker A. Role of Complementary and Alternative Medicine in Otolaryngologic Perioperative Care. *TOJ.* 2018;18(3):253-9.
122. Kakar E, Billar RJ, van Rosmalen J, Klimek M, Takkenberg JJM, Jeekel J. Music intervention to relieve anxiety and pain in adults undergoing cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Open Heart.* janv 2021;8(1):e001474.

123. Korsia-Meffre S, Vidal. Anxiété et douleurs périopératoires : intérêt confirmé de la musique [Internet]. 2015. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/actualites/18532-anxiete-et-douleurs-perioperatoires-interet-confirme-de-la-musique.html>
124. Hole J, Hirsch M, Ball E, Meads C. Music as an aid for postoperative recovery in adults: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*. oct 2015;386(10004):1659-71.
125. Nowak H, Zech N, Asmussen S, Rahmel T, Tryba M, Oprea G, et al. Effect of therapeutic suggestions during general anaesthesia on postoperative pain and opioid use: multicentre randomised controlled trial. *BMJ*. 10 déc 2020;m4284.
126. Fu VX, Oomens P, Klimek M, Verhofstad MHJ, Jeekel J. The Effect of Perioperative Music on Medication Requirement and Hospital Length of Stay: A Meta-analysis. *Annals of Surgery*. déc 2020;272(6):961-72.
127. Ebrahimi R, Shroyer L, Dennis P, Currier J, Lendvai Wischik D. Music Can Reduce the Need for Pharmacologic Conscious Sedation During Invasive Coronary Angiography. 22 oct 2020; Disponible sur: <https://www.hmpgloballearningnetwork.com/site/jic/articles/music-can-reduce-need-pharmacologic-conscious-sedation-during-invasive-coronary-angiography>
128. Bradt J, Dileo C, Magill L, Teague A. Music interventions for improving psychological and physical outcomes in cancer patients. *Cochrane Gynaecological, Neuro-oncology and Orphan Cancer Group*, éditeur. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 15 août 2016 [cité 27 mai 2022]; Disponible sur: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD006911.pub3>
129. Garza-Villarreal EA, Pando V, Vuust P, Parsons C. Music-Induced Analgesia in Chronic Pain Conditions: A Systematic Review and Meta- Analysis. 5 nov 2017; Disponible sur: <https://www.painphysicianjournal.com/current/pdf?article=NDcwMw%3D%3D&journal=108>
130. Garza-Villarreal EA, Jiang Z, Vuust P, Alcauter S, Vase L, Pasaye EH, et al. Music reduces pain and increases resting state fMRI BOLD signal amplitude in the left angular gyrus in fibromyalgia patients. *Front Psychol* [Internet]. 22 juill 2015 [cité 27 mai 2022];6. Disponible sur: <http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fpsyg.2015.01051/abstract>

131. Parlongue G, Cerdan EV, Koenig J, Williams DP. Smartphone based music intervention in the treatment of episodic migraine headaches – A pilot trial. *Complementary Therapies in Medicine*. déc 2021;63:102779.
132. Yu B, Funk M, Hu J, Feijs L. Unwind: a musical biofeedback for relaxation assistance. *Behaviour & Information Technology*. 3 août 2018;37(8):800-14.
133. MusicCare. MusicCare [Internet]. s.d. Disponible sur:  
<https://www.music.care/index.html>
134. MusicCare. MusicCare [Internet]. s.d. Disponible sur:  
<https://www.music.care/index.html>
135. MusicCare. MusicCare [Internet]. s.d. Disponible sur:  
<https://www.music.care/index.html>
136. Sanofi. Music Care, l'application pionnière dans la prise en charge de la douleur par la musique, désormais disponible pour les patients en France [Internet]. 2021. Disponible sur:  
<https://www.sanofi.fr/fr/Actualites/communiqués-et-dossiers-de-presse/music-care-l-application-pionniere-dans-la-prise-en-charge-de-la-douleur>
137. Académie de médecine. Les douleurs chroniques en France. Recommandations de l'Académie nationale de médecine pour une meilleure prise en charge des malades [Internet]. 2018. Disponible sur: <https://www.academie-medecine.fr/wp-content/uploads/2018/10/après-vote-Rapport-Douleurs-chroniques-12-10-2018-2.pdf>
138. Sanofi. Prise en charge de la douleur, comment soigne-t-on la douleur dans le monde [Internet]. Disponible sur: [https://www.sanofi.com/-/media/Project/One-Sanofi-Web/Websites/Global/Sanofi-COM/Home/media-room/PDF/2018/INFOGRAPHIC\\_PAIN\\_FR.PDF?la=fr&hash=74A500D90F918D098105718F0A0FE574](https://www.sanofi.com/-/media/Project/One-Sanofi-Web/Websites/Global/Sanofi-COM/Home/media-room/PDF/2018/INFOGRAPHIC_PAIN_FR.PDF?la=fr&hash=74A500D90F918D098105718F0A0FE574)

## ANNEXES

Annexe I : Prévalence de la douleur chronique en France en fonction de l'âge et du genre (44)





# PRISE EN CHARGE DE LA DOULEUR COMMENT SOIGNE-T-ON LA DOULEUR DANS LE MONDE ?

## Prévalence

### Maux de tête

**22%** des personnes dans le monde ont eu mal à la tête au moins une fois par semaine au cours des 12 derniers mois, mais seulement deux sur cinq (21 %) sont bien renseignées sur les traitements possibles

Les maux de tête sont plus répandus en Russie (95 % des personnes interrogées) et c'est au Japon que l'on enregistre le moins (63 %)

Sur une base mensuelle, les personnes ayant des enfants ont plus souvent mal à la tête que les personnes sans enfants

75% contre 58%

### Mal de dos

Plus de la moitié des adultes dans le monde ont mal au dos au moins une fois par mois.

55%

Les femmes souffrent davantage de douleurs dorsales que les hommes (83 % contre 74 %)

### Douleurs abdominales

Les moins de 35 ans déclarent plus de douleurs abdominales que les plus de 60 ans



63 % des personnes interrogées déclarent avoir souffert de douleurs abdominales au moins une fois au cours des 12 derniers mois.

63%

### Douleurs menstruelles

60 % des femmes souffrent de douleurs menstruelles mais 22 % connaissent mal les traitements possibles

60%

Les Australiennes, les Russes et les Mexicaines sont les plus touchées alors que les Allemandes, les Françaises et les Japonaises sont les moins touchées



## Attitudes à l'égard du traitement

Globalement, un plus grand nombre de personnes ont acheté des médicaments sans ordonnance pour soulager leurs maux de tête au cours des 12 derniers mois que pour tout autre problème de santé (63 %)

C'est au Japon que l'on est le moins bien informé sur le traitement des douleurs menstruelles (63 %) ce qui pourrait expliquer pourquoi 41 % des femmes interrogées n'ont rien fait pour y remédier la dernière fois qu'elles y ont été confrontées

28 % des personnes interrogées ont consulté directement un médecin pour leur dernier mal de dos et près de huit sur dix se sont vues prescrire un médicament.

Trois personnes sur dix déclarent ne pas pouvoir remédier à leurs douleurs abdominales ou dorsales sans consulter un professionnel de santé (respectivement 30 % et 31 %)

Les personnes interrogées sont plus susceptibles d'acheter un médicament en vente libre pour le mal de tête (39 %) que pour le mal de dos (27 %)

## Impact sur le travail

81 % des personnes interrogées se sont présentées à leur travail au cours des 12 derniers mois alors qu'elles souffraient de maux de tête

74% des personnes interrogées ont été gênées par des douleurs dorsales au travail au cours des 12 derniers mois

En moyenne, les personnes interrogées se présentent à leur travail sept fois par mois alors qu'elles souffrent de douleurs dorsales



Annexe III : Échelle de douleur San Salvador (57)

Echelle Douleur Enfant San Salvador - Grille d'évaluation

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

En cas de douleur, utiliser la grille et coter selon le schéma suivant:

Manifestations habituelles: 0 - Modification douteuse: 1 - Modification présente: 2 - Modification importante: 3 - Modification extrême: 4

La cotation est établie de façon rétrospective sur 8 heures.

En cas de variation durant cette période, tenir compte de l'intensité maximum des signes.

Lorsqu'un item est dépourvu de signification pour le patient étudié, il est coté au niveau 0.

HEURES

--	--	--

		0	0	0	
ITEM 1	Pleurs et/ou cris ( <i>bruits de pleurs avec ou sans accès de larmes</i> )	➤ Se manifeste comme d'habitude .....	0	0	0
		➤ Semble se manifester plus que d'habitude .....	1	1	1
		➤ Pleurs et/ou cris lors des manipulations ou des gestes potentiellement douloureux .....	2	2	2
		➤ Pleurs et/ou cris spontanés et tout à fait inhabituels .....	3	3	3
		➤ Même signe que 1, 2 ou 3 accompagné de manifestations neurovégétatives ( <i>tachycardie, bradycardie, sueurs, rash cutané ou accès de pâleur</i> ) .....	4	4	4
ITEM 2	Réaction de défense coordonnée ou non à l'examen d'une zone présumée douloureuse ( <i>l'effleurement, la palpation ou la mobilisation déclenchent une réaction motrice, coordonnée ou non, que l'on peut interpréter comme une réaction de défense</i> )	➤ Réaction habituelle .....	0	0	0
		➤ Semble réagir de façon inhabituelle .....	1	1	1
		➤ Mouvement de retrait indiscutable et inhabituel .....	2	2	2
		➤ Même signe que 1 ou 2 avec grimace et/ou gémissement .....	3	3	3
		➤ Même signe que 1 ou 2 avec agitation, cris et pleurs .....	4	4	4
ITEM 3	Mimique douloureuse ( <i>expression du visage traduisant la douleur, un rire paradoxal peut correspondre à un rictus douloureux</i> )	➤ Se manifeste comme d'habitude .....	0	0	0
		➤ Faciès inquiet inhabituel .....	1	1	1
		➤ Mimique douloureuse lors des manipulations ou gestes potentiellement douloureux .....	2	2	2
		➤ Mimique douloureuse spontanée .....	3	3	3
		➤ Même signe que 1, 2 ou 3 accompagné de manifestations neurovégétatives ( <i>tachycardie, bradycardie, sueurs, rash cutané ou accès de pâleur</i> ) .....	4	4	4
ITEM 4	Protection des zones douloureuses ( <i>protège de sa main la zone présumée douloureuse pour éviter tout contact</i> )	➤ Réaction habituelle .....	0	0	0
		➤ Semble redouter le contact d'une zone particulière .....	1	1	1
		➤ Protège une région précise de son corps .....	2	2	2
		➤ Même signe que 1 ou 2 avec grimace et/ou gémissement .....	3	3	3
		➤ Même signe que 1, 2 ou 3 avec agitation, cris et pleurs .....	4	4	4
		<i>Cet item est non pertinent lorsqu'il n'existe aucun contrôle moteur des membres supérieurs</i>			

## **FICHE DECLIC v 2016**

### **1 - Il a mal**

#### **-douleurs physiques :**

nociception, neuropathies, .. voire position antalgique méconnue  
globe vésical, fécalome, pathologies diverses à réétudier avec l'équipe médicale

#### **- douleurs induites lors des soins**

-mauvaise installation, source d'inconfort

douleurs provoquées par les soins ou la position : transferts, toilette, rééducation, repas.

**-certains gémissements** ne témoignent pas forcément de douleur physique, mais peuvent être des restes de communication ou des « gémissements réponses » aux stimulations (à l'agonie notamment)

**le cri est donc signal d'alarme = il est à faire disparaître, avec la douleur**

→ **Instituer ou Réévaluer le traitement antalgique, utiliser une échelle d'hétéro évaluation de la douleur, revoir l'organisation des soins, prévoir une prémédication des soins**

### **2- Il est mal**

#### **-souffrance morale,**

Peur, angoisse, révolte, dépression, hallucinations..

Refus de soins pour mauvaise organisation des soins, appréhension, incompréhension sensorielle, voire maltraitance et vécu abandonnique ... avec des cris qui sont donc justifiés

déclenchement des cris par la famille : que sait-elle ? est-elle en état de comprendre ? Y a-t-il des entretiens explicatifs de bonne qualité (assis, en prenant le temps) ?

frustration, isolement, et réactions liées à la dépendance

→ **le cri n'est pas uniquement « négatif » ou « inutile » mais il faut surement l'atténuer**

→ **Réévaluer l'approche globale, le sens des soins, l'utilité des psychotropes**

### **3 - Il est déficitaire cognitif**

**- processus démentiel d'origines diverses :** (attention à la fluctuation et aux variantes d'une équipe à l'autre) : Alzheimer et apparentés, Troubles neurologiques, troubles post AVC, Encéphalite, trouble tumoral central

**- cortège sémiologique riche**, souvent explicatif mais non relié à des douleurs physiques

**- penser à la simple demande de présence (comme communication, voire comme cris de joie)**

→ **le cri n'est pas uniquement « négatif » ou « inutile », mais il faut l'atténuer**

→ **Réévaluer l'approche globale, les psychotropes dont les neuroleptiques**

---

## **SERMENT DE GALIEN**

Je jure, en présence des maitres de la faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

## RÉSUMÉ

La douleur est un problème de santé majeur d'un point de vue international. En effet, quel que soit l'âge, l'origine, elle n'épargne personne et peut entraîner une dégradation de la qualité de vie ainsi qu'une dégradation de l'état de santé général en induisant des pathologies comme l'anxiété, la dépression, l'isolement social... De plus, 39% de la population estime ne pas recevoir de traitement adapté pour soigner leur pathologie voire pas efficace du tout. De nouvelles méthodes de soins non invasives commencent à émerger pour soigner les patients mais aussi pour augmenter leur qualité de vie et leur procurer une sensation de bien-être. La musicothérapie fait partie de ces méthodes qui commencent à être connues du grand public. Elle est étudiée dans la recherche scientifique depuis une quarantaine d'années et a démontré des effets thérapeutiques. Dans cette revue de la littérature, nous avons rassemblé les preuves scientifiques expliquant les effets de la musicothérapie sur la douleur. En effet, des recherches sont menées depuis 40 ans sur le sujet sans aucun lien entre elles. Le but de cette étude est de déterminer quel type de douleur peut traiter la musicothérapie, dans quelles conditions, peut-elle avoir un impact sur le traitement du patient et enfin si les thérapies numériques sont adaptées. Nous avons remarqué qu'il y avait plusieurs problèmes avec le développement d'une thérapie numérique, les effets de la musique sur le corps ne sont pas encore bien compris, les essais cliniques ne sont pas standardisés, la population n'est pas informée de ce type de thérapie et il n'y a pas de normes fixant la pratique de la musicothérapie. Des applications de musicothérapie numérique sont déjà utilisées dans certains services hospitaliers pour les douleurs de forte intensité. A l'avenir, ce recours à la musicothérapie devrait être généralisé à la médecine de ville, en automédication. *In fine*, nous avons pu déterminer que la musicothérapie était efficace dans de nombreux types de douleurs, qu'elle améliorait les traitements auxquels elle était associée, voire diminuait leur dose sans avoir d'effets néfastes. Il faut maintenant faire connaître ce type de thérapie du grand public pour qu'elle puisse se transformer en un traitement de première intention contre la douleur.

**Mots clés : musicothérapie ; douleur ; santé numérique ; thérapies digitales ; traitements non médicamenteux**