



**HAL**  
open science

# Influence de la musique sur la capacité maximale d'effort

Manon Goin

► **To cite this version:**

Manon Goin. Influence de la musique sur la capacité maximale d'effort. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03210961

**HAL Id: dumas-03210961**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03210961v1>**

Submitted on 28 Apr 2021

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

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

UNIVERSITÉ de CAEN - NORMANDIE

-----  
UFR de SANTÉ

Année 2019/2020

**THÈSE POUR L'OBTENTION**  
**DU GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement le 25 novembre 2020

par

Mme GOIN Manon

Née le 18/12/1992 au Havre (Seine-Maritime)

**TITRE DE LA THÈSE :**

**Influence de la musique sur la capacité maximale d'effort**

**Président : Monsieur le Professeur Paul MILLIEZ**

Membres : Madame le Docteur Sophie DE JAEGHER

Monsieur le Docteur Anni PITHON

Monsieur le Docteur Pierre RIBSTEIN

**Directeur de thèse : Docteur Pierre RIBSTEIN**

**Année Universitaire 2019/2020****Doyen**

Professeur Emmanuel TOUZÉ

**Assesseurs**

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3<sup>ème</sup> cycle)**Directrice administrative**

Madame Sarah CHEMTOB

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

M.	AGOSTINI Denis	Biophysique et médecine nucléaire
M.	AIDE Nicolas	Biophysique et médecine nucléaire
M.	ALLOUCHE Stéphane	Biochimie et biologie moléculaire
M.	ALVES Arnaud	Chirurgie digestive
M.	AOUBA Achille	Médecine interne
M.	BABIN Emmanuel	Oto-Rhino-Laryngologie
M.	BÉNATEAU Hervé	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M.	BENOIST Guillaume	Gynécologie - Obstétrique
M.	BERGER Ludovic	Chirurgie vasculaire
M.	BERGOT Emmanuel	Pneumologie
M.	BIBEAU Frédéric	Anatomie et cytologie pathologique
Mme	BRAZO Perrine	Psychiatrie d'adultes
M.	BROUARD Jacques	Pédiatrie
M.	BUSTANY Pierre	Pharmacologie
Mme	CHAPON Françoise	Histologie, Embryologie
Mme	CLIN-GODARD Bénédicte	Médecine et santé au travail
M.	DAMAJ Ghandi Laurent	Hématologie
M.	DAO Manh Thông	Hépatologie-Gastro-Entérologie
M.	DEFER Gilles	Neurologie
M.	DELAMILLIEURE Pascal	Psychiatrie d'adultes
M.	DENISE Pierre	Physiologie
Mme	DOLLFUS Sonia	Psychiatrie d'adultes

<b>M. DREYFUS Michel</b>	Gynécologie - Obstétrique
<b>M. DU CHEYRON Damien</b>	Réanimation médicale
<b>Mme ÉMERY Evelyne</b>	Neurochirurgie
<b>M. ESMAIL-BEYGUI Farzin</b>	Cardiologie
<b>Mme FAUVET Raffaèle</b>	Gynécologie – Obstétrique
<b>M. FISCHER Marc-Olivier</b>	Anesthésiologie et réanimation
<b>M. GÉRARD Jean-Louis</b>	Anesthésiologie et réanimation
<b>M. GUILLOIS Bernard</b>	Pédiatrie
<b>Mme GUITTET-BAUD Lydia</b>	Epidémiologie, économie de la santé et
prévention	
<b>M. HABRAND Jean-Louis</b>	Cancérologie option Radiothérapie
<b>M. HAMON Martial</b>	Cardiologie
<b>Mme HAMON Michèle</b>	Radiologie et imagerie médicale
<b>M. HANOUS Jean-Luc</b>	Anesthésie et réa. médecine péri-
opératoire	
<b>M. HULET Christophe</b>	Chirurgie orthopédique et traumatologique
<b>M. ICARD Philippe</b>	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
<b>M. JOIN-LAMBERT Olivier</b>	Bactériologie - Virologie
<b>Mme JOLY-LOBBEDEZ Florence</b>	Cancérologie
<b>M. JOUBERT Michael</b>	Endocrinologie
<b>M. LAUNOY Guy</b>	Epidémiologie, économie de la santé et
prévention	
<b>M. LE HELLO Simon</b>	Bactériologie-Virologie
<b>Mme LE MAUFF Brigitte</b>	Immunologie
<b>M. LOBBEDEZ Thierry</b>	Néphrologie
<b>M. LUBRANO Jean</b>	Chirurgie viscérale et digestive
<b>M. MAHE Marc-André</b>	Cancérologie
<b>M. MANRIQUE Alain</b>	Biophysique et médecine nucléaire
<b>M. MARCÉLLI Christian</b>	Rhumatologie
<b>M. MARTINAUD Olivier</b>	Neurologie
<b>M. MAUREL Jean</b>	Chirurgie générale
<b>M. MILLIEZ Paul</b>	Cardiologie
<b>M. MOREAU Sylvain</b>	Anatomie/Oto-Rhino-Laryngologie
<b>M. MOUTEL Grégoire</b>	Médecine légale et droit de la santé
<b>M. NORMAND Hervé</b>	Physiologie
<b>M. PARIENTI Jean-Jacques</b>	Biostatistiques, info. médicale et tech. de
communication	

<b>M. PELAGE Jean-Pierre</b>	Radiologie et imagerie médicale
<b>Mme PIQUET Marie-Astrid</b>	Nutrition
<b>M. QUINTYN Jean-Claude</b>	Ophtalmologie
<b>Mme RAT Anne-Christine</b>	Rhumatologie
<b>M. RAVASSE Philippe</b>	Chirurgie infantile
<b>M. REPESE Yohann</b>	Hématologie
<b>M. REZNIK Yves</b>	Endocrinologie
<b>M. ROD Julien</b>	Chirurgie infantile
<b>M. ROUPIE Eric</b>	Médecine d'urgence
<b>Mme THARIAT Juliette</b>	Radiothérapie
<b>M. TILLOU Xavier</b>	Urologie
<b>M. TOUZÉ Emmanuel</b>	Neurologie
<b>M. TROUSSARD Xavier</b>	Hématologie
<b>Mme VABRET Astrid</b>	Bactériologie - Virologie
<b>M. VERDON Renaud</b>	Maladies infectieuses
<b>Mme VERNEUIL Laurence</b>	Dermatologie
<b>M. VIVIEN Denis</b>	Biologie cellulaire

### **PROFESSEURS ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS**

<b>M. DE LA SAYETTE Vincent</b>	Neurologie
<b>Mme DOMPMARTIN-BLANCHÈRE Anne</b>	Dermatologie
<b>M. GUILLAUME Cyril</b>	Médecine palliative
<b>M. LE BAS François</b>	Médecine Générale
<b>M. SABATIER Rémi</b>	Cardiologie

### **PRCE**

<b>Mme LELEU Solveig</b>	Anglais
--------------------------	---------

### **PROFESSEURS EMERITES**

<b>M. HURAUULT de LIGNY Bruno</b>	Néphrologie
<b>Mme KOTTLER Marie-Laure</b>	Biochimie et biologie moléculaire
<b>M. LE COUTOUR Xavier</b>	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
<b>M. LEPORRIER Michel</b>	Hématologie
<b>M. VIADER Fausto</b>	Neurologie

**Année Universitaire 2019/2020****Doyen**

Professeur Emmanuel TOUZÉ

**Assesseurs**

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3<sup>ème</sup> cycle)**Directrice administrative**

Madame Sarah CHEMTOB

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS  
HOSPITALIERS**

M. ALEXANDRE Joachim	Pharmacologie clinique
Mme BENHAÏM Annie	Biologie cellulaire
M. BESNARD Stéphane	Physiologie
Mme BONHOMME Julie	Parasitologie et mycologie
M. BOUVIER Nicolas	Néphrologie
M. COULBAULT Laurent	Biochimie et Biologie moléculaire
M. CREVEUIL Christian	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M. DE BOYSSON Hubert	Médecine interne
Mme DINA Julia	Bactériologie - Virologie
Mme DUPONT Claire	Pédiatrie
M. ÉTARD Olivier	Physiologie
M. GABEREL Thomas	Neurochirurgie
M. GRUCHY Nicolas	Génétique
M. GUÉNOLÉ Fabian	Pédopsychiatrie
M. HITIER Martin	Anatomie - ORL Chirurgie Cervico-faciale
M. ISNARD Christophe	Bactériologie Virologie
M. JUSTET Aurélien	Pneumologie
Mme KRIEGER Sophie	Pharmacie
M. LEGALLOIS Damien	Cardiologie
Mme LELONG-BOULOUARD Véronique	Pharmacologie fondamentale
Mme LEVALLET Guénaëlle	Cytologie et Histologie

<b>M. MITTRE Hervé</b>	Biologie cellulaire
<b>M. SESBOÜÉ Bruno</b>	Physiologie
<b>M. TOUTIRAIS Olivier</b>	Immunologie
<b>M. VEYSSIERE Alexis</b>	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

### **MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS**

<b>Mme ABBATE-LERAY Pascale</b>	Médecine générale
<b>M. COUETTE Pierre-André</b>	Médecine générale
<b>Mme DE JAEGHER Sophie</b>	Médecine générale
<b>M. PITHON Anni</b>	Médecine générale
<b>M. SAINMONT Nicolas</b>	Médecine générale
<b>Mme SCHONBRODT Laure</b>	Médecine générale

### **MAITRES DE CONFERENCES EMERITES**

<b>Mme DEBRUYNE Danièle</b>	Pharmacologie fondamentale
<b>Mme DERLON-BOREL Annie</b>	Hématologie
<b>Mme LEPORRIER Nathalie</b>	Génétique

## **Remerciements**

### **A Monsieur le Professeur Paul MILLIEZ,**

Vous me faites l'honneur de présider ce jury et de juger mon travail. Merci pour votre disponibilité. Veuillez trouver ici toute ma reconnaissance et l'expression de mon profond respect.

### **A Madame le Docteur Sophie DE JAEGHER,**

Merci d'avoir accepté de juger mon travail et surtout un grand merci pour ton enseignement, ta bienveillance et ta gentillesse. Merci de m'avoir transmis, avec passion, ton métier lors de mon premier stage d'internat. Trouve dans ce travail tout mon respect et ma reconnaissance.

### **A Monsieur le Docteur Anni PITHON,**

Merci d'avoir accepté avec enthousiasme de venir juger mon travail de thèse. Je vous remercie de l'intérêt que vous avez porté au sujet. Veuillez trouver ici la marque de ma profonde gratitude.

### **A Monsieur le Docteur Pierre RIBSTEIN,**

Merci de m'avoir fait confiance et de m'avoir proposé ce sujet de thèse. Je n'aurais pas pu rêver mieux. A toutes nos heures passées ensemble en salle d'épreuve d'effort avec ta bonne humeur éternelle, un grand merci.

### **Au Centre Hospitalier de Lisieux,**

et principalement à l'équipe médicale et paramédicale de Cardiologie et des Urgences, merci pour cette super année passée en votre compagnie. Merci d'avoir porté autant d'intérêt à ce projet et de l'avoir fait vivre.

### **Aux Docteurs Véronique Grudet et Dominique Foucault,**

Merci pour votre accueil et votre bienveillance. Merci de m'avoir transmis vos valeurs qui me sont précieuses. A tous mes lundis et mardis en votre compagnie, nos déjeuners, nos rires qui resteront gravés dans ma mémoire.

**A mes parents**, un grand merci ne suffirait pas pour vous témoigner tout mon amour. Merci d'avoir toujours cru en moi.

Merci d'être mes modèles de réussite et mon soutien sans faille.

A tous nos moments en famille qui sont, de loin, mes préférés. Je vous aime tellement.

**A Antoine**, mon titi, à tous nos souvenirs d'enfance, à notre expédition à la montagne, à nos déjeuners à Amfreville, à nos soirées au coin du feu tous ensemble. Merci pour tout.

**A Papi et Mamie**, à tous les bons moments passés ensemble, les repas au Grignot, les talents de cuisinière de chef Mamie, la tradition de l'été à la montagne entre cousins...

Merci.

**A Grand-papa et Grand-maman**, merci pour votre amour et votre soutien. A nos parties de Rummikub, nos balades dans l'Estérel et nos étés à Saint-Raphaël qui sont, pour moi, une parenthèse enchantée.

**A Marraine**, ma 3<sup>ème</sup> grand-mère, merci pour ta bienveillance, ton amour et ta douceur. A ton courage à toute épreuve... tu es ma guerrière préférée.

**A Sandrine et Pol**, ma tante et mon oncle adorés, merci pour votre bonne humeur et votre convivialité. Un grand merci d'avoir toujours été là pour moi.

**A Clémentine et Gauthier**, ma sœur et mon frère de cœur, ma dream-team, à ce lien si fort qui nous unit malgré la distance. Vivement notre week-end breton tous ensemble.

**A Laëtitia**, ma bichette, mon indispensable, à notre rencontre qui fut une évidence. Merci pour tout, la vie est beaucoup plus belle à tes côtés.

**A Lucie**, ma lulusummer, à nos après-midis passés à faire des gâteaux d'Eve, à nos soirées Newport Beach, à nos heures passées au téléphone. Merci.

**A Paul**, ma paulette, à notre amitié si précieuse, à tous nos week-ends, nos rires, nos soirées depuis déjà plus de treize ans ! Merci.

**A Antoine, Baptiste, Florian, Maxime et Thomas** bien plus connus sous les noms de Boubak, Goberto, Basilou, Boubou et Nibou... Mes copains de soirées mais aussi de galère ! Merci d'avoir été là dès le début et d'avoir partagé toutes ces années rouennaises avec moi !

**A Claire, Emilie et Nicolas**, à nos vacances, nos soirées, nos rires, nos escapes games, nos parties de Time's up et j'en passe... Merci d'avoir croisé mon chemin et d'avoir rendu ma vie ici beaucoup plus agréable. A tous nos prochains souvenirs ensemble !

**A Marion et Victoria**, à notre trio, à nos bagels après les GAAP, à nos déjeuners à la maison Collet, à toutes nos histoires. Merci d'avoir été là dès le premier jour de cet internat.

**A mes co-internes chéries, Anaïs, Olivia, Louise, Jade et Clara** qui ont croisé et partagé ma route pendant cet internat, merci d'avoir égayé mes journées de stage par votre bonne humeur, merci d'être devenues de supers amies !

**Et bien sûr, à Valentin**, merci pour ton amour et ton soutien infailible. A toutes ces années passées ensemble... Tu es mon rayon de soleil du quotidien, ma personne préférée. Peu importe ce que l'avenir nous réserve, je sais qu'à tes côtés je pourrais tout surmonter. Hâte de continuer d'écrire notre histoire.

## Abréviations

ECG : Electrocardiogramme

FMT : Fréquence maximale théorique

MET: Metabolic Equivalent of theTask

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

RPE : Rate of Perceived Exertion

VO<sub>2</sub> : Consommation d'Oxygène

VO<sub>2</sub>max : Consommation maximale d'Oxygène

W : Watts

## INDEX DES TABLEAUX ET DES FIGURES

### Index des figures :

<b>Figure 1</b> : Flow Chart .....	9
------------------------------------	---

### Index des tableaux :

<b>Tableau 1</b> : Liste des 20 musiques à tempo élevé.....	7
<b>Tableau 2</b> : Analyse descriptive de la population .....	10
<b>Tableau 3</b> : Analyse univariée par groupe de randomisation .....	11
<b>Tableau 4</b> : Analyse univariée : Test de Student apparié .....	12
<b>Tableau 5</b> : Coefficients estimés par un modèle linéaire mixte non-conditionnel à deux niveaux pour la consommation de METs pendant l'effort physique en fonction de l'écoute de la musique et des caractéristiques des participants .....	12

## TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION .....	1
MATERIELS ET METHODES .....	3
<b>1. Population</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Etude expérimentale</b> .....	<b>4</b>
2.a. Protocole .....	4
2.b. Conditions expérimentales .....	5
<b>3. Mesures</b> .....	<b>6</b>
3.a. Paramètres physiologiques .....	6
3.b. Paramètres psychologiques.....	6
<b>4. Choix de la musique</b> .....	<b>7</b>
<b>5. Définition du MET</b> .....	<b>7</b>
<b>6. Objectif de l'étude et critères de jugement</b> .....	<b>8</b>
<b>7. Analyse statistique</b> .....	<b>8</b>
RESULTATS .....	9
<b>1. Analyse descriptive de la population</b> .....	<b>9</b>
DISCUSSION .....	13
CONCLUSION.....	16
BIBLIOGRAPHIE.....	17
ANNEXES .....	20

## **INTRODUCTION**

La musique fait partie de notre environnement quotidien.

Chez soi, dans les transports, les lieux publics, mais aussi les salles de sport, la musique est présente.

Elle améliore l'état de bien-être, renforce les émotions positives et diminue l'anxiété et le stress (1).

Depuis les années 1970, la musique s'est développée dans le milieu sportif. Initialement lors de cours collectifs puis rapidement, avec l'apparition de nouvelles technologies, elle s'est étendue à l'échelle individuelle.

Aujourd'hui, la musique est devenue essentielle à l'entraînement sportif pour certains athlètes (2).

Le champion olympique Michael Phelps, par exemple, explique la nécessité d'écouter sa musique avant de plonger dans la piscine lors des compétitions (3).

La musique est également considérée comme un stimulant pour les sportifs du dimanche. Elle permet de faire oublier la fatigue musculaire (4–6).

Bien trop souvent négligée, la pratique d'une activité physique fait pourtant partie des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour lutter contre la croissance des maladies cardio-vasculaires, véritable fléau de Santé Publique (7).

C'est pourquoi promouvoir l'activité physique est un des objectifs des médecins généralistes (8–10).

Pour les activités physiques de faible et moyenne intensités, les effets positifs de la musique sont clairement retrouvés (11–14). Le Docteur Costas Karageorghis a montré que la musique joue un rôle dans l'attention et les émotions. Elle encourage les mouvements coordonnés et diminue la sensation d'effort perçu (4,15,16).

Néanmoins, pour les activités physiques d'intensité élevée, les avis sur l'influence de la musique sont partagés.

D'une part, la musique aurait moins d'influence sur le système nerveux central lors d'un effort physique important. L'effet de distraction serait moindre, il n'y aurait donc pas de bénéfice significatif à l'utilisation de musique (17–19).

D'autre part, certaines études, elles, prouvent que l'effet positif de la musique persiste (20–23). Chez l'athlète, *Terry et Karageorghis* ont montré que la pratique d'un effort maximal en musique permet une amélioration de la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max) (24,25).

Ces effets sont également observés chez le non-athlète (26,27). Dans une étude de *Brohmer et Becker* (20), dix-sept étudiants de 20 à 23 ans en bonne santé ont réalisé un test de Wingate (test d'exploration fonctionnelle du métabolisme anaérobie) avec et sans musique. Il en ressort une augmentation significative de la puissance avec musique chez cette population de jeunes non-athlètes.

Hypothèse que *Stork et al* (28) confirme en 2015 dans son étude en montrant une amélioration de la sensation de l'effort perçu et une puissance maximale plus élevée lors de la réalisation d'un effort physique intense de trente secondes sur vélo ergonomique en musique chez vingt adultes d'une vingtaine d'années.

Récemment en 2019, *Maddigan et al* (27) ont inclus seize volontaires sains non athlètes chez qui ils ont réalisé deux épreuves d'effort avec VO<sub>2</sub> sur bicyclette ergonomique, l'une avec musique à tempo rapide, l'autre sans. Chez 10,7% des participants, l'épreuve en musique a permis une augmentation significative de la durée de l'épreuve (environ une minute). Il n'y avait cependant pas de différence significative sur la VO<sub>2</sub>max.

Au vu de ces différents résultats, nous avons souhaité confirmer qu'écouter de la musique lors d'une activité physique intense améliore la capacité d'effort chez des sujets sains non-athlètes.

## **MATERIELS ET METHODES**

### **1. Population étudiée**

Le recrutement a eu lieu au Centre Hospitalier de Lisieux (Calvados, France), d'avril à septembre 2019, à l'aide d'affiches positionnées au sein de l'hôpital.

Les participants étaient des volontaires majeurs, non-athlètes et en bonne santé.

Avant leur inclusion, ils complétaient un questionnaire anonyme renseignant notamment leurs facteurs de risque cardio-vasculaires, la présence d'un traitement chronique, les troubles locomoteurs, le type de sport pratiqué, le nombre d'heures de pratique sportive par semaine, l'écoute de musique ou non pendant leur sport hebdomadaire (annexe n°1).

Une fiche d'information, expliquant le protocole et les risques de cette étude, avait été remise aux volontaires (annexe n°2). Après lecture, ils étaient libres de participer ou non à l'étude.

Les critères de non-inclusion étaient les contre-indications à réaliser une épreuve d'effort d'après les recommandations de la Société Française de Cardiologie (29) (infarctus du myocarde récent, embolie pulmonaire, dissection aortique, myocardite, rétrécissement aortique serré ou symptomatique...) ainsi que d'autres critères tels que la présence d'antécédents cardio-vasculaires personnels, la prise d'un traitement bradycardisant, des antécédents locomoteurs (chirurgie orthopédique récente, handicap moteur...), un handicap mental limitant l'utilisation de la bicyclette, une grossesse en cours, les mineurs et les athlètes.

Les critères d'exclusion de l'étude étaient la réalisation d'une seule des deux épreuves d'effort imposées par le protocole et la présence de symptômes durant l'effort (malaise, douleur thoracique, dyspnée...) auquel cas, l'épreuve devait être stoppée.

Tous les volontaires ont signé un consentement écrit avant leur participation à l'étude. L'étude a été réalisée en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Les participants n'étaient pas au courant des hypothèses précises de l'étude et pouvaient à tout moment sortir du protocole.

## **2. Etude expérimentale :**

### **2.a. Protocole**

Il s'agit d'une étude prospective randomisée en cross over.

Le but était de comparer, pour chaque participant, deux épreuves d'effort (avec et sans musique) sur vélo ergométrique à minimum deux jours d'intervalle (période de wash-out (30)).

L'épreuve d'effort sur vélo ergonomique permettait de créer une activité physique intense.

L'objectif était d'aller le plus loin possible dans l'effort.

Le protocole était adapté selon le sexe.

L'épreuve d'effort débutait, pour les deux sexes, à une puissance de 60 Watts (W) puis les paliers augmentaient de 15W toutes les minutes chez les hommes et de 10W toutes les minutes chez les femmes.

Les paliers d'incrémentation étaient donc fixes (par paliers d'une minute) jusqu'à épuisement du sujet.

Les participants devaient pédaler à une cadence imposée entre 60 et 70 tours par minute sur la bicyclette.

Pour chaque volontaire, le protocole était reproduit à l'identique lors des 2 sessions.

L'épreuve s'arrêtait soit à l'épuisement du patient, soit si le participant descendait en dessous des 60 tours par minute sur le vélo ergonomique ou enfin si l'épreuve d'effort devenait pathologique.

La session était ensuite suivie d'une phase de récupération de six minutes. Le participant continuait alors à pédaler à une cadence de 60 tours par minute pendant deux minutes pour favoriser une récupération douce puis il s'arrêtait et était surveillé par monitoring quatre minutes supplémentaires.

## **2.b. Conditions expérimentales**

Les contre-indications propres au test d'effort avaient été dépistées, pour chaque participant, à l'aide d'un interrogatoire via le questionnaire, d'une auscultation cardio-pulmonaire et d'un électrocardiogramme (ECG) de repos préalable.

Un tirage au sort avait lieu lors de la première épreuve pour déterminer si le volontaire commençait avec ou sans musique.

Pour une reproductibilité optimale, les deux épreuves d'effort se déroulaient, pour chaque volontaire, au même moment de la journée.

La condition physique de chaque participant devait être la plus similaire possible pour les deux épreuves (pas de travail posté la veille, pas d'activité physique intense dans les 48 heures, une bonne hydratation, pas de prise alimentaire dans les 3 heures avant l'épreuve).

La température ambiante de la salle d'épreuve d'effort tendait à être la même entre les deux sessions.

Tout indicateur de temps (montre, horloge) avait été retiré de la salle afin d'éviter aux participants de mesurer leurs performances.

Avant la première épreuve d'effort de chaque volontaire, des consignes lui étaient données : Il devait réaliser l'épreuve d'effort dans le silence et communiquer seulement trois données aux examinateurs : lorsqu'il commençait à percevoir des douleurs musculaires, lorsque les douleurs musculaires devenaient intenses et devant l'apparition de douleurs thoraciques, sensation de malaise ou autre symptomatologie.

Lors de la première épreuve, la hauteur de la selle et du guidon de la bicyclette ergonomique (modèle Ergoselect d'Ergoline®) étaient ajustées. Ces ajustements étaient reproduits à l'identique pour la deuxième épreuve.

### **3. Mesures**

#### **3.a. Paramètres physiologiques**

##### **. La fréquence cardiaque :**

La fréquence cardiaque et le rythme cardiaque étaient monitorés, en continu, à l'aide d'un ECG 12 dérivations (jusqu'à la 6<sup>ème</sup> minute de récupération, conformément aux recommandations de la Société Française de Cardiologie (29)).

##### **. La pression artérielle :**

La pression artérielle était mesurée manuellement à l'aide d'un brassard au mercure avant le début de l'effort puis à deux et quatre minutes de l'effort ainsi qu'à la fin de l'effort.

##### **. Metabolic Equivalent of the Task (MET):**

Les METs étaient mesurés directement par le logiciel de l'épreuve d'effort (X-Scribe, Mortara®).

##### **. La puissance :**

La charge maximale effectuée était exprimée en Watts sur le vélo ergonomique.

#### **3.b. Paramètres psychologiques**

##### **. Les douleurs musculaires :**

Chaque participant devait signaler aux examinateurs lorsque les premières douleurs musculaires apparaissaient (sensation de picotement, début de tiraillement dans les muscles ou tremblements des membres, principalement les membres inférieurs).

Le volontaire devait également mentionner lorsque les douleurs musculaires gênaient la progression de l'effort.

##### **. Le ressenti du participant :**

Un questionnaire était remis à chaque participant à la fin de leurs deux sessions.

Ils devaient répondre à la question « vous êtes-vous senti plus performant en musique ? » par une réponse fermée.

Les volontaires ne connaissaient pas leurs performances pendant les deux épreuves d'effort.

#### **4. Choix de la musique**

Le volontaire sélectionnait cinq musiques parmi une liste imposée de vingt musiques à tempo rapide (>120 battements/minutes).

Il pouvait, avant sa sélection, écouter les musiques afin de créer sa playlist.

En choisissant parmi la liste, les goûts musicaux des participants (la mélodie, le genre, le rythme...) étaient ainsi pris en compte.

La musique était écoutée sur smartphone via un casque adaptable. Le volume de la musique était choisi par les participants et avoisinait les 70-80 décibels (dB).

Piste (n°)	Titre	Artiste	Tempo (batt/min)
1	Run the world	Beyonce	127
2	Love shack	The B-52'S	134
3	Thunderstruck	ACDC	134
4	Beat it	Mickael Jackson	139
5	On the floor	Jennifer Lopez/Pitbull	140
6	Paint it black	The Rolling Stones	159
7	Kids in America	Kim Wilde	159
8	I'm so excited	The pointer sister	184
9	Crash	Matt Willis	192
10	Don't stop me now	Queen	200
11	Greased lighting	John Travolta	200
12	Old yellow bricks	Arctic Monkeys	135
13	Satisfaction	The Rolling Stones	136
14	Hideaway	Kiesza	123
15	What is love	Haddaway	124
16	Fever	The black keys	128
17	Eger of the tiger	Survivor	122
18	Relax	Franckies goes to Hollywood	121
19	Highway to hell	ACDC	123
20	The final countdown	Europe	121

Tableau 1 : Liste des 20 musiques à tempo élevé

#### **5. Définition du MET**

Le Metabolic Equivalent of the Task est l'unité d'intensité d'une activité physique la plus souvent utilisée dans la littérature internationale (31,32).

Il est défini comme le rapport de la dépense énergétique de l'activité considérée, sur la quantité d'énergie dépensée au repos.

Un MET correspond à la dépense énergétique d'une personne assise au repos qui équivaut à 1 kilocalorie/kilogramme/heure.

Par convention, 1 MET correspond également à la consommation d'oxygène (VO<sub>2</sub>) au repos soit 3,5 ml/min/kg.

Le MET est une approximation de la VO<sub>2</sub>max, mesure utilisée dans de nombreuses études antérieures (31,33–35).

## **6. Objectif de l'étude et critères de jugement**

L'objectif principal de cette étude est d'étudier l'influence de la musique à tempo rapide sur la capacité maximale d'effort.

Pour caractériser au mieux l'effort, nous avons choisi comme critère de jugement principal, le MET.

Pour les critères de jugement secondaires, nous souhaitons analyser l'impact de la musique sur la fréquence cardiaque maximale (battements par minute), la puissance maximale (watts) et la durée totale de l'effort (minutes).

## **7. Analyse statistique**

En se référant aux données de la littérature, le nombre de sujets nécessaire a été fixé de manière empirique à 30.

Les résultats sont exprimés par moyenne +/- écart type.

Les variables quantitatives ont, dans un premier temps, été analysées par un test de Student.

Dans un second temps, après avoir vérifié la distribution normale de la variable « MET » par le test de Shapiro-Wilk et par la méthode graphique, une analyse multivariée a été réalisée à l'aide d'un modèle mixte avec random slope.

Les manipulations de données et les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel Air 3.6.3®.

Le résultat était considéré significatif pour *p-value* < 0,05.

# RESULTATS

## 1. Analyse descriptive de la population

39 adultes sains, de 22 à 55 ans, se sont portés volontaires pour participer à l'étude d'avril à septembre 2019.

Parmi ces 39 volontaires, trois femmes n'ont pas été incluses : une présentait un traitement bradycardisant et les deux autres étaient enceintes.

36 volontaires sains ont donc été inclus dans l'étude et ont participé au protocole expérimental (19 femmes et 17 hommes).

Un homme a été exclu de l'étude pour n'avoir participé qu'à une épreuve d'effort sur les deux exigées dans le protocole (figure 1).

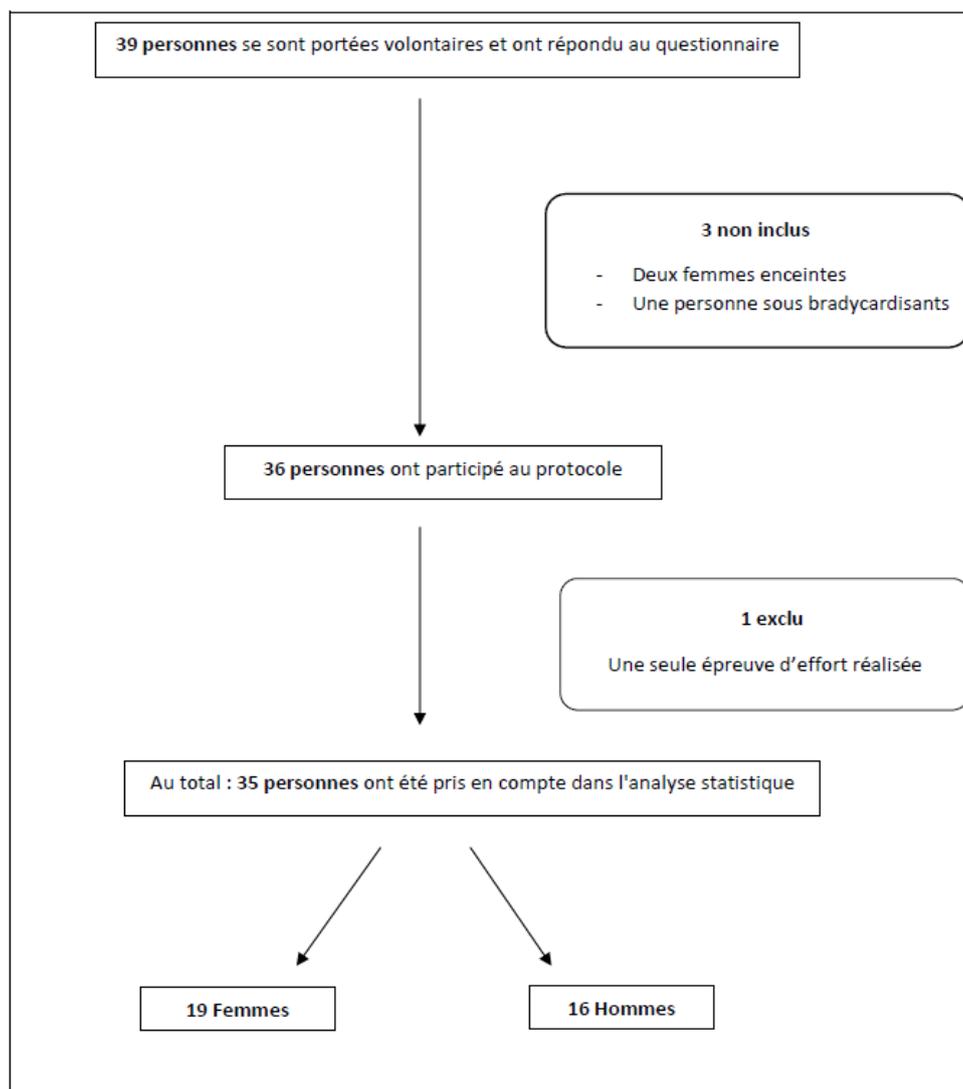


Figure 2 : Flow Chart

Les caractéristiques des 35 participants sont reportées sur le tableau 2.

Après randomisation, deux groupes ont été constitués.

Le groupe 1 (n = 18) correspond aux volontaires ayant réalisé leur première épreuve d'effort sans musique, puis la seconde avec musique.

Le groupe 2 (n = 17) correspond aux volontaires ayant débuté leur première épreuve avec musique puis la seconde sans musique.

L'âge moyen de l'échantillon est de 31 ans. En moyenne, les participants pratiquent moins de deux heures d'activité physique par semaine.

---

	N=35
Sexe	
Femmes	19 (54.3)
Hommes	16 (45.7)
Âge	31.51 (9.44)
Poids (kg)	69.03 (11.40)
Heures d'activité physique/semaine (heures)	1.91 (1.31)
Groupe randomisation	
1	18 (51.4)
2	17 (48.6)
Delta METs (ml/min/kg)	0.46 (0.33)
Delta FCmax (batt/min)	4.51 (3.99)
Delta Pmax (W)	8.37 (6.83)
Delta temps apparition douleurs (min)	1.53 (1.36)
Delta temps douleurs intenses (min)	1.53 (1.36)
Delta durée effort physique (min)	0.90 (0.64)

---

Les variables qualitatives sont exprimées en nombre (%) et les quantitatives en moyenne (écart-type). Kg : kilogramme, FCmax : fréquence cardiaque maximale, batt/min : battements par minute, Pmax : puissance maximale, W : Watts, METs : Metabolic Equivalent of the Task, min : minutes

**Tableau 2 : Analyse descriptive de la population.**

Les 2 groupes obtenus à l'aide de la randomisation étaient comparables (tableau 3).

	Groupe de randomisation (N=35)		<i>p-value</i>
	1 (n=18)	2 (n=17)	
Sexe			
Femmes	10 (55.6)	9 (52.9)	
Hommes	8 (44.4)	8 (47.1)	
Âge	32.00 (10.56)	31.00 (8.37)	
Poids (kg)	68.44 (11.96)	69.65 (11.11)	
FCmax (batt/min)	180.44 (16.43)	181.41 (9.99)	0.01
Pmax (W)	188.33 (42.84)	198.24 (50.65)	0.20
METS (ml/min/kg)	10.01 (1.84)	10.49 (2.43)	0.34
Temps douleur (min)	6.06 (2.21)	6.25 (2.87)	0.59
Temps douleur intense (min)	8.68 (2.80)	8.86 (3.03)	0.51
Durée effort physique (min)	11.23 (2.83)	11.38 (3.14)	0.41

Les variables qualitatives sont exprimées en nombre (%) et les quantitatives en moyenne (ecart-type). Kg : kilogramme, FCmax : fréquence cardiaque maximale, batt/min : battements par minute, Pmax : puissance maximale, W : Watts, METs : Metabolic Equivalent of the Task, min : minutes.

**Tableau 3 : Analyse univariée par groupe de randomisation.**

L'analyse univariée a été réalisée à l'aide du test de Student apparié (tableau 4).

Elle met en évidence une augmentation significative des METs avec l'écoute de la musique (p-value < 0,001).

La fréquence cardiaque maximale et la puissance sont, elles aussi, majorées avec l'écoute de la musique (respectivement p-value = 0,04 et p-value <0,01).

Cependant, la durée de l'effort total n'est pas significativement allongée avec l'écoute de la musique (p-value = 0,41).

De même, il n'y a pas de diminution significative du temps d'apparition des douleurs musculaires et des douleurs musculaires intenses avec musique (respectivement p-value = 0,60 et p-value = 0,52).

	Écoute musique (N=35)		<i>p-value</i>
	Non (n=35)	Oui (n=35)	
Groupe de randomisation			
1	17 (48.6)	18 (51.4)	
2	18 (51.4)	17 (48.6)	
METS (ml/min/kg)	9.88 (2.04)	10.25 (2.13)	< 0.001
FCmax (batt/min)	178.86 (13.22)	180.91 (13.50)	0.04
Pmax (W)	185.91 (44.92)	193.14 (46.37)	< 0.001
Temps douleur (min)	5.39 (2.32)	6.77 (2.79)	0.60
Temps douleur intense (min)	8.18 (2.34)	9.36 (2.87)	0.52
Durée effort (min)	10.98 (2.89)	11.64 (3.06)	0.41

Les variables qualitatives sont exprimées en nombre (%) et les quantitatives en moyenne (ecart-type). Kg : kilogramme, FCmax : fréquence cardiaque maximale, batt/min : battements par minute, Pmax : puissance maximale, W : Watts, METs : Metabolic Equivalent of the Task, min : minutes.

**Tableau 4 : Analyse univariée : Test de Student apparié.**

Afin de confirmer les résultats obtenus à l'aide de l'analyse univariée, nous avons réalisé une seconde analyse, cette fois-ci multivariée (tableau 5).

Elle prend en compte la randomisation et les principaux facteurs de confusion, à savoir l'âge et le sexe.

Cette deuxième analyse retrouve également une augmentation significative des METs produits lors d'une activité physique intense avec musique ( $p$ -value < 0,01).

	Coefficient	SE	<i>p-value</i>
Intercept	10.691608	1.156573	
Musique	0.357430	0.0708362	< 0.001
Sexe	1.728924	0.6068293	0.01
Âge	-0.054068	0.0325096	0.1

**Tableau 5 : Coefficients estimés par un modèle linéaire mixte non-conditionnel à deux niveaux pour la consommation des METs pendant l'effort physique en fonction de l'écoute de la musique et des caractéristiques des participants.**

### Evaluation de l'effort perçu (RPE) :

32 participants sur 35 ont répondu oui à la question « vous êtes-vous sentis plus performant en musique », soit 91% de l'échantillon.

## DISCUSSION

Les résultats de cette étude montrent qu'il existe une amélioration significative de la capacité fonctionnelle maximale en METs produits lors d'un effort physique avec musique.

Une différence significative est également retrouvée pour les critères de jugement secondaires : la fréquence cardiaque et la puissance. En effet, il existe une augmentation de ces deux paramètres lors de l'écoute de la musique.

Notre étude confirme les résultats de *Maddigan et al* (27) qui avaient montré une augmentation significative de la fréquence cardiaque avec l'écoute de la musique lors d'un effort physique intense.

De même, pour l'étude de *Brohmer et Becker* (20), qui retrouvait une augmentation significative de la puissance.

Nous n'avons pas retrouvé de différence significative sur le délai de survenue des douleurs musculaires.

Le caractère subjectif et déclaratif de ce critère de jugement peut expliquer l'absence de différence retrouvée.

La musique ne semble donc pas retarder l'apparition de la douleur mais semble faciliter sa tolérance.

Concernant la durée totale de l'effort, il n'a pas été retrouvé de différence significative, peut-être que la taille de l'échantillon n'était pas assez importante pour mettre en avant ce critère. Étant donné que le calcul du MET dépend de la durée et de l'énergie de l'effort, probablement que l'augmentation significative des METs dans notre étude est surtout liée à l'amélioration de la puissance.

Dans l'analyse multivariée, nous constatons que le sexe influence les METs, ce qui s'explique par une capacité musculaire plus élevée chez l'homme par rapport à la femme.

En contrepartie, l'âge n'est pas une variable jouant sur la capacité d'effort de manière significative, bien qu'une tendance soit retrouvée. Ceci peut s'expliquer par une tranche d'âge trop limitée dans notre étude.

Cette étude prospective randomisée en cross over apporte donc un regard nouveau par rapport aux précédentes données de la littérature car nous avons fait le choix de nous intéresser aux METs qui semblent être un bon reflet de la capacité fonctionnelle du sujet.

A défaut d'avoir un ergocyclomètre couplé à un analyseur d'échanges gazeux, nous avons décidé d'utiliser les METs comme critère de jugement principal car cette variable est de plus en plus utilisée par les spécialistes.

Nous savons actuellement, grâce aux données de la littérature, que plus le nombre de METs atteints lors d'une épreuve d'effort est élevé, meilleurs sont le degré de condition et le pronostic cardiovasculaire (36,37).

Dans cette étude, le sujet était comparé avec lui-même, l'appariement était donc maximal (« within-subject »).

La performance lors d'un effort physique dépend de l'heure de l'activité. Pour limiter ce biais dans notre étude, un même sujet réalisait ses deux épreuves d'effort au même moment de la journée.

Pour la musique, nous avons laissé les volontaires sélectionner cinq titres parmi une liste imposée. Cette volonté de laisser le choix aux participants permettait ainsi de limiter le biais de sélection souvent retrouvé dans les études préalables qui imposaient la musique.

Cependant, l'étude présente des limites.

L'échantillon de cette étude monocentrique n'est pas représentatif de la population générale.

Les résultats ne sont que partiellement extrapolables.

Bien entendu, notre étude ne s'adapte pas aux athlètes.

De plus, malgré le protocole mis en place pour assurer une reproductibilité maximale entre les deux épreuves d'effort des participants, certains facteurs intrinsèques et environnementaux restent variables d'une session à l'autre. Ainsi, il n'était pas possible de garantir une reproductibilité identique entre chaque épreuve.

D'autre part, nous n'avons pas réalisé de test de familiarisation lors de la mise en place du protocole.

Enfin, le MET choisi comme critère de jugement principal, ne représente qu'une estimation indirecte de la VO<sub>2</sub>max qui est l'évaluation fonctionnelle de référence.

Par cette étude, nous avons pu mettre en évidence une amélioration de la performance physique et une meilleure adhésion grâce à l'utilisation de musique à tempo élevé chez une population de jeunes volontaires sains.

Lors de la réalisation d'une épreuve d'effort dans le cadre du suivi cardiologique, certains patients n'atteignent malheureusement pas leur fréquence maximale théorique (FMT) et l'épreuve est alors difficilement interprétable.

L'utilisation de la musique lors de ces épreuves pourrait être une source de motivation supplémentaire aux patients pour aller plus loin dans l'effort.

L'effet positif de la musique pourrait être mis à profit dans les centres de réadaptation cardiaque, où l'adhésion à la pratique physique est primordiale.

Pour l'avenir, il serait intéressant d'étudier l'influence de la musique chez une population plus vieillissante ou chez les patients présentant des pathologies chroniques, notamment cardiovasculaires.

Par ailleurs, notre étude ne s'est pas intéressée à l'influence de la musique lors de la récupération d'un effort physique intense. Une seconde étude avec l'analyse de ces données serait intéressante afin d'évaluer si une récupération en musique participe à la normalisation plus rapide de la fréquence cardiaque.

## **CONCLUSION**

La musique a le potentiel de favoriser la performance physique de haute intensité chez les personnes saines non-athlètes. Elle permet également une amélioration de la puissance et de la fréquence cardiaque à l'effort.

Ainsi, l'utilisation de la musique pourrait être une aide au bon déroulement d'une activité physique régulière chez les patients sédentaires et réticents.

De plus, compte tenu des effets positifs de la musique, et donc potentiellement de ses effets thérapeutiques, la musique semble être une piste à développer dans différents domaines : dans la prise en charge des maladies neuro-dégénératives, dans le milieu de la réadaptation cardiaque, dans les programmes de réhabilitation ou pour les activités récréatives.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. Karageorghis C, Jones L, Stuart D. Psychological Effects of Music Tempi during Exercise. *Int J Sports Med*. 1 août 2008;29:613-9.
2. Karageorghis CI. Applying Music in Exercise and Sport: Karageorghis, Costas I.: 9781492513810: Amazon.com: Books [Internet]. [cité 3 juill 2020]. Disponible sur: <https://www.amazon.com/Applying-Music-Exercise-Costas-Karageorghis/dp/1492513814>
3. Gabana NT, Hutchinson J, Beauchemin J, Powless M, Cawthra J, Halterman A, et al. A Qualitative Investigation of Music Use among Amateur and Semi-Professional Golfers. *Sports* [Internet]. 5 mars 2019 [cité 3 juill 2020];7(3). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6473220/>
4. Karageorghis CI, Terry P. The psychophysical effects of music in sport and exercise: A review. *J Sport Behav*. 30 nov 1996;20.
5. Bateman A, Bale J. Sporting sounds: Relationships between sport and music. *Sport Sounds Relatsh Sport Music*. 1 janv 2008;
6. Yamashita S, Iwai K, Akimoto T, Sugawara J, Kono I. Effects of music during exercise on RPE, heart rate and the autonomic nervous system. *J Sports Med Phys Fitness*. sept 2006;46(3):425-30.
7. Van Camp G. Cardiovascular disease prevention. *Acta Clin Belg*. déc 2014;69(6):407-11.
8. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ Can Med Assoc J*. 14 mars 2006;174(6):801-9.
9. Myers J, McAuley P, Lavie CJ, Despres J-P, Arena R, Kokkinos P. Physical activity and cardiorespiratory fitness as major markers of cardiovascular risk: their independent and interwoven importance to health status. *Prog Cardiovasc Dis*. févr 2015;57(4):306-14.
10. Guazzi M, Arena R, Halle M, Piepoli MF, Myers J, Lavie CJ. 2016 focused update: clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Eur Heart J*. 7 avr 2018;39(14):1144-61.
11. Karageorghis CI, Priest D-L. Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part II). *Int Rev Sport Exerc Psychol*. mars 2012;5(1):67-84.
12. Copeland BL, Franks BD. Effects of types and intensities of background music on treadmill endurance. *J Sports Med Phys Fitness*. mars 1991;31(1):100-3.
13. Elliott D, Carr S, Savage D. Effects of motivational music on work output and affective responses during sub-maximal cycling of a standardized perceived intensity. *J Sport Behav*. 1 janv 2004;27:134-47.
14. Tanaka D, Tsukamoto H, Suga T, Takenaka S, Hamaoka T, Hashimoto T, et al. Self-selected music-induced reduction of perceived exertion during moderate-intensity exercise does not interfere with post-exercise improvements in inhibitory control. *Physiol Behav*. 1 oct 2018;194:170-6.
15. Boutcher SH, Trenske M. The Effects of Sensory Deprivation and Music on Perceived Exertion and Affect During Exercise. *J Sport Exerc Psychol*. juin 1990;12(2):167-76.

16. Priest D, Karageorghis C, Sharp N. The characteristics and effects of motivational music in exercise settings: The possible influence of gender, age, frequency of attendance, and time of attendance. *J Sports Med Phys Fitness*. 1 avr 2004;44:77-86.
17. Elliott D, Carr S, Orme D. The effect of motivational music on sub-maximal exercise. *Eur J Sport Sci - EUR J SPORT SCI*. 1 juin 2005;5:97-106.
18. Tenenbaum G, Lidor R, Lavyan N, Morrow K, Tonnel S, Gershgoren A, et al. The effect of music type on running perseverance and coping with effort sensations. *Psychol Sport Exerc*. 1 avr 2004;5:89-109.
19. Clark JC, Baghurst T, Redus BS. Self-Selected Motivational Music on the Performance and Perceived Exertion of Runners: *J Strength Cond Res*. déc 2018;1.
20. Brohmer R, Becker C. Effects of Music on Wingate Performance. In 2006.
21. Atkinson G, Wilson D, Eubank M. Effects of Music on Work-Rate Distribution During a Cycling Time Trial. *Int J Sports Med*. sept 2004;25(08):611-5.
22. Crust L. Carry-over effects of music in an isometric muscular endurance task. *Percept Mot Skills*. juin 2004;98(3 Pt 1):985-91.
23. Pujol TJ, Langenfeld ME. Influence of music on Wingate Anaerobic Test performance. *Percept Mot Skills*. févr 1999;88(1):292-6.
24. Karageorghis CI, Mouzourides DA, Priest D-L, Sasso TA, Morrish DJ, Walley CJ. Psychophysical and ergogenic effects of synchronous music during treadmill walking. *J Sport Exerc Psychol*. févr 2009;31(1):18-36.
25. Chtourou H. Benefits of music on health and athletic performance. *Music Soc Impacts Health Benefits Perspect*. 1 janv 2013;245-60.
26. Brownley KA, McMurray RG, Hackney AC. Effects of music on physiological and affective responses to graded treadmill exercise in trained and untrained runners. *Int J Psychophysiol*. 1 avr 1995;19(3):193-201.
27. Maddigan M, Sullivan K, Halperin I, Basset F, Behm D. High tempo music prolongs high intensity exercise. *PeerJ*. 8 janv 2019;6:e6164.
28. Stork MJ, Kwan MYW, Gibala MJ, Martin Ginis KA. Music enhances performance and perceived enjoyment of sprint interval exercise. *Med Sci Sports Exerc*. mai 2015;47(5):1052-60.
29. Recommandations pour les épreuves d'effort | SFCardio [Internet]. [cité 9 oct 2020]. Disponible sur: <https://sfcario.fr/publication/recommandations-pour-les-epreuves-deffort>
30. Thorstensson A, Larsson L, Tesch P, Karlsson J. Muscle strength and fiber composition in athletes and sedentary men. *Med Sci Sports*. 1977;9(1):26-30.
31. Mendes M de A, da Silva I, Ramires V, Reichert F, Martins R, Ferreira R, et al. Metabolic equivalent of task (METs) thresholds as an indicator of physical activity intensity. *PLoS One*. 2018;13(7):e0200701.
32. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults from the American College of

Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* août 2007;39(8):1423–1434.

33. Holtermann A, Stamatakis E. Do all daily metabolic equivalent task units (METs) bring the same health benefits? *Br J Sports Med.* août 2019;53(16):991-2.
34. Kim D, Lee J, Park HK, Jang DP, Song S, Cho BH, et al. Comparing the standards of one metabolic equivalent of task in accurately estimating physical activity energy expenditure based on acceleration. *J Sports Sci.* juill 2017;35(13):1279-86.
35. Morris CK, Myers J, Froelicher VF, Kawaguchi T, Ueshima K, Hideg A. Nomogram based on metabolic equivalents and age for assessing aerobic exercise capacity in men. *J Am Coll Cardiol.* juill 1993;22(1):175-82.
36. Guerreiro SL, Ferreira JM, Calqueiro JM, Mendes MS. Prognostic value of electrocardiogram exercise testing for risk stratification in asymptomatic coronary artery disease. *Coron Artery Dis.* déc 2017;28(8):664-9.
37. Simon TG, Kim MN, Luo X, Yang W, Ma Y, Chong DQ, et al. Physical activity compared to adiposity and risk of liver-related mortality: Results from two prospective, nationwide cohorts. *J Hepatol.* juin 2020;72(6):1062-9.

# ANNEXES

## Annexe 1 : Questionnaire anonyme préalable à l'épreuve d'effort

### QUESTIONNAIRE PREALABLE A L'EPREUVE D'EFFORT

1. Sexe ?  Femme  Homme

Si vous êtes une femme, êtes-vous enceinte ?  Oui  Non

2. Age ?  Entre 20 et 25 ans  Entre 26 et 30 ans  Entre 31 et 35 ans  
 Entre 36 et 40 ans  Entre 41 et 45 ans  Entre 46 et 50 ans  
 Entre 51 et 55 ans  Entre 56 et 60 ans  60 ans et plus

3. Taille ? ..... cm

4. Poids ? ..... kg

#### 5. Concernant votre santé

##### a. Concernant les facteurs de risque cardio-vasculaires, avez-vous :

- Une hypertension artérielle (HTA) ?  Oui  Non

- Une dyslipidémie ?  Oui  Non

- Un diabète ?  Oui  Non

- Des antécédents cardio-vasculaires familiaux (AVC ou infarctus du myocarde chez votre père avant 55 ans ou chez votre mère avant 65 ans) ?  Oui  Non

- Une consommation tabagique ?  Oui  Non

Si oui, depuis combien de temps ? ..... combien de cigarettes par jour ? .....

Si vous ne fumez plus, depuis quand êtes-vous sevré ? .....

b. Avez-vous des antécédents cardio-vasculaires personnels ?  Oui  Non

Si oui, lesquels ? .....

c. Avez-vous des antécédents cardio-vasculaires familiaux ?  Oui  Non

Si oui, lesquels ? .....

d. Avez-vous un traitement à visée cardiologique ?  Oui  Non

Si oui, lesquels ? .....

## 6. Concernant votre pratique sportive

a. Quel type de sport pratiquez-vous ?  La course à pied  Le vélo  La natation

Tennis  Golf  Football

Autres : .....

b. A quelle fréquence pratiquez-vous le sport ?

Moins d'une heure par semaine  Entre 1-2h par semaine  Entre 2-3h par semaine

Entre 3-4h par semaine  Entre 4-5h par semaine  Plus de 6h par semaine

c. Faites-vous du sport en compétition ?  Oui  Non

Si oui, lequel ? .....

d. Etes-vous licencié d'un club de sport ?  Oui  Non

## 7. Concernant la musique

a. Ecoutez-vous de la musique lorsque vous pratiquez du sport ?  Oui  Non

Si oui, quel genre musical écoutez-vous ?  Pop-rock  Jazz  Rap

Salsa  Country  Folk

Autres : .....

Si oui, à quelle fréquence écoutez-vous de la musique lors de votre pratique sportive ?

A chaque séance  Souvent  Rarement

Uniquement quand vous souhaitez vous surpasser

## **Annexe 2** : Fiche d'information aux volontaires

<b>FICHE D'INFORMATION</b> <b>Participation à une recherche biomédicale</b>
--

*L'exemplaire est remis à la personne, par l'investigateur*

**Madame, Monsieur,**

Vous êtes invité à participer à un projet de recherche.  
Vous êtes totalement libre d'accepter ou de refuser d'y participer.  
Avant de vous décider, il est important de prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Cette fiche d'information décrit le but du projet de recherche, les procédures, les avantages et les inconvénients, les risques et les précautions qui seront prises pour les éviter.

### **PROMOTEURS**

**Département de Médecine Générale UFR Sciences médicales et pharmaceutiques 19 rue Claude Bloch  
14000 Caen Tél : 02.31.56.82.00**

**Et**

Nom : GOIN

Prénom : Manon

**Et**

Nom : RIBSTEIN

Prénom : Pierre

Réalisent une recherche biomédicale pour un  **sujet de thèse de Médecine Générale** :

### **INFLUENCE DE LA MUSIQUE SUR LA CAPACITE MAXIMALE D'EFFORT.**

**Lisez attentivement cette fiche d'information.**

**Posez toutes les questions qui vous sembleront utiles.**

**Après avoir obtenu les réponses satisfaisantes à vos questions et disposé d'un délai de réflexion suffisant, vous pourrez alors décider si vous voulez participer à cette étude ou non.**

Déroulement de l'étude : Il s'agit d'un protocole expérimental réalisé sur des volontaires sains à l'aide d'un vélo ergonomique au CH de Lisieux.

Chaque participant devra réaliser deux épreuves d'effort à minimum 48h d'intervalle.

Les épreuves d'effort, que vous allez réaliser, se feront en présence d'un Cardiologue, aidé d'un personnel compétent (interne en médecine) à proximité d'un matériel de réanimation adapté (selon les normes établies par la Société Française de Cardiologie), **vous apportant ainsi les meilleures garanties de traitement immédiat et adapté** en cas d'incident ou d'accident.

Cette étude ne comporte pas de gestes invasifs, des données seront prises à type systématiques pour chaque participant (ECG de repos, prise de tension artérielle).

L'étude consiste en une épreuve d'effort ludique avec comme principal but le dépassement de soi. L'épreuve d'effort sur vélo ergonomique est utilisée pour reproduire une activité physique intense.

Pour ne pas influencer les résultats, les participants ne sont pas au courant des hypothèses précises de l'étude.

Ils seront informés une fois les 2 épreuves d'effort réalisées.

Votre participation : La participation à ce projet de recherche n'a pas pour but de dépister une maladie cardio-vasculaire.

Cependant, il y a **plus de risques à méconnaître une ischémie qu'à la dépister**, car vous êtes amenés à faire des efforts dans votre vie quotidienne (courir pour prendre un train, un bus, efforts sportifs, jardinage, déménagement, etc).

Or, si fortuitement une souffrance coronaire est dépistée pendant l'épreuve d'effort, nous vous orienterons vers un cardiologue qui pourra vous proposer un traitement.

Néanmoins, les investigateurs souhaitent rappeler les risques liés à une épreuve d'effort :

- Les **risques sont peu fréquents** : trouble du rythme cardiaque, malaise, chute, complication articulaire ou musculaire.
- Les **complications graves sont très exceptionnelles** : infarctus, arrêt cardiaque, accident vasculaire cérébral, décès.

Précautions particulières : Les enregistrements des épreuves d'effort seront détruits une fois la retranscription réalisée.

Traitement informatique des données personnelles : Cette étude sera réalisée conformément aux dispositions de la *loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés* modifiée par la *loi n°2004-801 du 6 août 2004 relative à la protection des personnes physiques à l'égard des traitements de données à caractère personnel*, de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL).

Un traitement de vos données personnelles va être mis en œuvre pour permettre l'analyse des résultats, dans des conditions assurant leur confidentialité. Ces données pourront, dans des conditions garantissant leur confidentialité, être transmises aux Autorités de santé françaises ou étrangères.

Vous disposez d'un **droit d'accès et de rectification**.

Vous disposez également d'un **droit d'opposition** à la transmission de vos données personnelles utilisées dans le cadre de cette étude. Ces droits s'exercent auprès de l' Investigateur qui vous suit dans le cadre de l'étude et qui connaît votre identité.

Participation volontaire : Votre participation à cette étude est entièrement volontaire et libre.

Cette note d'information vous appartient et vous pouvez la communiquer et en parler à votre médecin traitant et/ou à vos proches pour avis.

Nous vous remercions de votre coopération.

Si vous acceptez de participer à cette étude, nous vous demandons de bien vouloir signer le formulaire de consentement ci-joint.

« Par délibération de son Conseil en date du 10 Novembre 1972, l'Université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ou mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs ».

VU, le Président de Thèse

VU, le Doyen de l'UFR Santé

VU et permis d'imprimer  
en référence à la délibération  
du Conseil d'Université  
en date du 14 Décembre 1973

Pour le Président  
de l'Université de CAEN et P.O

Le Doyen de l'UFR de Santé

ANNÉE DE SOUTENANCE : 2020

NOM ET PRÉNOM DE L'AUTEUR : GOIN MANON

**TITRE DE LA THÈSE :**

**Influence de la musique sur la capacité maximale d'effort**

**RÉSUMÉ DE LA THÈSE EN FRANÇAIS :**

La musique s'est développée dans le milieu sportif depuis les années 1970. Elle joue un rôle sur l'attention, les émotions et permet de diminuer la fatigue musculaire. La musique peut ainsi moduler la performance sportive. Les effets positifs de la musique ont été retrouvés pour des efforts physiques de faible ou moyenne intensité. Cependant pour les efforts d'intensité élevée, les avis sur l'influence de la musique divergent.

L'objectif principal était d'étudier l'influence de la musique à tempo rapide sur la capacité maximale d'effort avec comme critère de jugement le Metabolic Equivalent of the Task (MET).

Les objectifs secondaires étaient d'évaluer l'impact de la musique sur la fréquence cardiaque maximale, la puissance maximale et la durée totale de l'effort.

Il s'agit d'une étude prospective randomisée en cross over réalisée au Centre Hospitalier de Lisieux d'avril à septembre 2019, incluant 35 adultes volontaires sains.

Chaque sujet réalisait deux épreuves d'effort au même moment de la journée, à minimum 48h d'intervalle, l'une avec musique l'autre sans.

Les résultats montrent une augmentation significative des METs produits lors d'un effort physique intense grâce à la musique à tempo rapide (p-value < 0,001).

Il existe également une majoration significative de la fréquence cardiaque maximale et la puissance maximale avec l'écoute de la musique (respectivement p-value = 0,04 et p-value <0,01).

Cependant, la durée totale de l'effort n'est pas significativement allongée avec l'écoute de la musique (p-value = 0,41).

La musique a le potentiel de favoriser la performance physique de haute intensité chez des personnes saines non-athlètes. Elle permet également une amélioration de la puissance à l'effort et de la fréquence cardiaque même si elle ne permet pas d'allonger significativement la durée de l'effort.

**MOTS-CLÉS :** Metabolic Equivalent of the Task, capacité maximale d'effort, musique, fréquence cardiaque maximale, puissance maximale d'effort.

**TITRE DE LA THÈSE EN ANGLAIS :**

**Impact of the music on the maximum capacity of effort**

**RÉSUMÉ DE LA THÈSE EN ANGLAIS :**

Music has expanded in sports since the 1970s. It plays a role in attention, emotions, and helps to reduce muscle fatigue. Music can modulate sports performance. Positive effects of music were found for low or medium intensity physical exertions. However, for high-intensity efforts, opinions on the influence of music diverge.

The main objective was to study the influence of fast tempo music on the maximum capacity of effort, with the Metabolic Equivalent of the Task (MET) as the judging criterion. The secondary objectives were to assess the impact of music on the maximum heart rate, maximum power and total duration of the effort.

This is a prospective randomized cross-over study carried out at the Lisieux Hospital from April to September 2019, including 35 healthy adult volunteers.

Each subject performed two effort tests at the same time of day, at least 48 hours apart, one with music the other without.

Results show a significant increase in the METs produced during an intense physical effort thanks to the fast tempo music (p-value < 0.001).

Furthermore, there is also a significant increase in the maximum heart rate and maximum power when listening to music (p-value = 0.04 and p-value < 0.01 respectively).

However, the total duration of the effort is not significantly extended by listening to music (p-value = 0.41).

Music has the potential to boost high-intensity physical performance in healthy non-athletes people. It also allows power and heart frequency improvement during the effort even if it does not permit to significantly lengthen its duration.

**KEYWORDS:** Metabolic Equivalent of the Task, maximum capacity of effort, music, maximum heart rate, maximum power.