

Bien être à l'université

Théo FEDER

Travail d'Etude et de Recherche encadré par Murielle GARCIN

24 Février 2021



L3 MIASHS - Sciences Cognitives

Résumé

Téléphones, ordinateurs, télétravail, jeux vidéo ou encore tablettes sont tant de facteurs qui aggravent la sédentarité et ses effets, encore plus particulièrement durant cette période de COVID-19. Le projet Bien être à l'université créé à Lille est donc le bien-venu pour contrer cette tendance. Cette étude qui s'intègre dans le projet a pour objectif initial d'orienter les participants vers une activité physique et sportive en fonction de leurs profils, à l'aide de retours subjectifs et données physiologiques mesurés grâce à une montre connectée. En raison des conditions sanitaires, nous avons dû revoir nos objectifs. Cette étude vise donc à évaluer les effets de la pratique d'une activité physique et sportive régulière sur le bien être des participants à travers l'activité électrodermale. Les 30 participants de l'étude ont eu à pratiquer une activité physique et sportive régulièrement sur 8 semaines. Malheureusement, l'étude a été fortement parasitée par l'épidémie. Aussi, bien que nous ayons observé d'autres résultats, nous n'avons pas pu établir que la pratique régulière d'une activité physique et sportive avait un impact sur le bien être des participants et, suite naturelle, sur l'activité électrodermale.

Table des matières

1	Introduction	4
1.1	Contextualisation	4
1.2	L'activité électrodermale	5
1.3	Problématiques et hypothèses	6
2	Méthodologie	6
2.1	Participants	6
2.2	Matériel	7
2.3	Procédure	7
2.4	Traitement des données	8
2.5	Traitement statistique	9
3	Résultats	9
3.1	Visualisation des résultats	9
3.2	Tests et résultats principaux	10
4	Discussion	13
4.1	Interprétation des résultats	13
4.2	Limite de la recherche et orientations futures	14
5	Conclusion	15
	Références	16
	Annexes	18

1 Introduction

1.1 Contextualisation

« Un esprit sain dans un corps sain », s’il est clair que nous ne manquons pas d’entretenir notre cerveau à l’université, il paraît moins évident que nous entretenions aussi bien notre santé physique qui est pourtant toute aussi importante pour être en bonne santé mentale. En effet, l’activité physique et sportive (APS) permet, entre autres, de réduire l’anxiété (Céline Delerive, 2018), de se sentir plus efficace (Emmanuel Poiriel, 2017) ou encore, plus généralement, d’avoir une meilleur image de soi (Fox, Kenneth R. 2000). Pourtant, d’après une nouvelle étude dirigée par l’OMS (Regina Ruthgold, 2019) la majorité des adolescents du monde ne sont pas assez actifs physiquement, ce qui met en danger leur santé actuelle et future, la France étant classé 119ème sur 146 pays étudiés. En conséquence, le projet « Bien être à l’université » a été créé à l’université de Lille. Le but de ce dernier est de faire adopter aux étudiants et personnels de l’université de Lille des comportements contribuant à l’amélioration de leurs santés et qualités de vie, comportements consistant en la pratique d’une APS régulière. Orienter puis conforter un individu vers/dans une pratique sportive sont les piliers qui structurent le projet, ils impliquent de :

1. Dresser des profils d’engagement à l’aide de questionnaires sur la motivation, le niveau d’activité physique et la tolérance à l’effort, questionnaires respectivement développés par Morris et Roger en 2004, Craig et al en 2003 et Ekkekakis et al en 2005.
2. Orienter les individus ayant un niveau d’activité physique (NAP) limité vers une pratique physique et sportive qui correspondent à leur profil.
3. Les conforter dans leurs pratiques ou les réorienter vers une activité plus adéquate grâce :
 - Aux réponses obtenues aux questionnaires de Kendzierski et J. De Carlo en 1991, Borg en 1970 et Hooper en 1995 portant respectivement sur le plaisir à réaliser l’activité, la pénibilité de la séance et la fatigue générale, qualité de sommeil, douleurs musculaires, stress.
 - Aux mesures objectives des différentes activités de l’organisme effectués grâce à la montre Empatica, dont je détaillerai les fonctionnalités par la suite.

C'est donc un projet qui applique les principes de l'UX Design ; L'expérience utilisateur (en anglais, user experience, abrégé UX) est la qualité du vécu de l'utilisateur dans des environnements numériques ou physiques. L'objectif de l'UX Design est d'offrir à l'utilisateur la meilleure expérience possible en se basant sur son profil et ses expériences vécues et en cours. Ici, nous nous appuyons sur les profils et les expériences des étudiants et personnels de l'université de Lille pour leur proposer une expérience utilisateur optimale : l'APS qui leur ait adapté. Les contraintes liées aux coronavirus (temps écourté, participants moindres, pratiques sportives interdites à l'université, confinements . . .) nous ont obligé à nous adapter. Ce faisant, nous nous sommes concentrés sur les réponses obtenues aux questionnaires et aux mesures obtenues grâce à la montre Empatica. La montre Empatica permet de mesurer la fréquence cardiaque et l'activité électrodermale (AED) entre autres. Aussi, bien que je travaillais en collaboration avec Agathe Daerden et Marc Moreeuw, nous avons choisi de traiter différentes données pour chacun de nos travaux d'études et de recherches. Agathe s'est intéressée aux questionnaires, Marc à la fréquence cardiaque et j'ai pour ma part étudié l'AED.

1.2 L'activité électrodermale

L'AED reflète l'activité des glandes sudoripares eccrines et du système nerveux autonome (Sequeira et al 2009) (responsable des fonctions non soumises au contrôle volontaire, la digestion par exemple). Par ailleurs, les variations des transpirations eccrines sont des marqueurs sensibles aux événements provoquant une émotion, c'est pourquoi la transpiration eccrine est aussi connue sous le nom de transpiration mentale ou émotionnelle (Ashina et al., 2003). Si la réaction de peur est celle qui a été la plus étudiée, notamment chez l'animal, la RED (réaction électrodermale) se produit également chez l'homme lors de l'induction d'autres émotions, qu'elles soient agréables ou désagréables (J. Grapperon et al., 2012). Ainsi, la mesure de l'AED permet de percevoir les changements dans les signaux d'excitation émotionnelle, d'observer le comportement involontaire de l'individu plutôt que celui d'une réponse qu'il souhaite donner, raison pour laquelle l'AED est très appréciée en neuromarketing. Aussi, la variabilité de la fréquence cardiaque est largement admise comme étant un témoin de stress (Heart rate variability : a cardiometabolic risk marker with public health implications, Jean MARSAC, 2013) et le retour de l'utilisateur constitue logiquement une mesure subjective de son ressenti. Le croisement de ces don-

nées (AED, HRV et questionnaires) permet donc de nous renseigner sur l'état émotionnel d'un individu (Drachen et al., 2010, p. 1–3). Malheureusement, différents chercheurs de l'université de Lille ont déclaré peu de temps avant le rendu de ce mémoire qu'il n'existait à ce jour pas de package permettant de traiter les données de l'AED obtenues avec la montre Empatica (filtrage, décomposition du signal... ils ont d'ailleurs choisi d'abandonner le traitement de l'AED), ceci étant dû à une fréquence d'échantillonnage trop basse de la montre (4hz). Ce qui, en dépit des efforts d'adaptation fournis, a réduit une seconde fois la portée de l'étude.

1.3 Problématiques et hypothèses

Malgré ces conditions, a-t-on pu établir que la pratique régulière d'une APS menait à se sentir mieux ? Avons-nous donc vérifié que la pratique régulière d'une APS avait un impact sur l'activité électrodermale ? L'objectif de cette étude étant d'observer l'impact de la pratique d'une APS régulière sur les individus à travers l'AED. Premièrement, il a été supposé qu'il y allait avoir une augmentation de l'AED moyenne dans les mesures post-séances comparativement aux mesures pré-séances. Deuxièmement, l'hypothèse fut faite qu'après la pratique d'une APS régulière, il y aurait une augmentation de l'AED moyenne dans les mesures post-séances. Conjointement, il a été avancé que l'augmentation de l'AED serait corrélée avec une croissance de la variabilité de la fréquence cardiaque et de meilleurs scores aux questionnaires quant au bien être.

2 Méthodologie

2.1 Participants

Au départ, la population étudiée était les étudiants et personnels de l'université de Lille, recrutés grâce à un mail envoyé à l'ensemble des étudiants et personnels. La crise sanitaire persistant et les participants étant trop peu nombreux (9 dont 2 avec des problèmes de santé qui leur empêchaient de démarrer tout de suite) , nous avons décidé de nous adresser à notre entourage et de ne pas recruter uniquement des participants ayant un niveau d'activité physique limité pour maintenir l'étude. Nous sommes parvenus à recruter 31 volontaires entre 18 et 25 ans dont 5 ayant un niveau d'activité physique

limité.

2.2 Matériel

Le matériel utilisé dans cette étude est composé de questionnaires et d'échelles permettant d'avoir une mesure subjective du sujet, de la montre E4 Empatica offrant une acquisition de données physiologiques en temps réel et initialement des activités physiques et sportives de l'université de Lille. Nous allons principalement nous concentrer sur l'AED dans la suite de l'étude bien que nous tenions en compte les résultats obtenues aux questionnaires et aux échelles dont les rôles ont été décrit précédemment. La montre Empatica permet de récolter les données concernant la pression sanguine volumique, la température, l'accélération du débit sanguin, l'intervalle inter-battement, la fréquence cardiaque et l'activité électrodermale. Les 72 activités physiques proposées par l'université sont séparées en 10 familles dont les activités physiques adaptées, de raquettes, aquatiques, athlétiques et individuelles, collectifs, du bien-être, de combats, gymniques et artistiques et physique de pleine nature. Les universités et les clubs ayant cessé toute activité sportive, les pratiques ont été beaucoup moins variées/adaptées que prévu dans l'étude, laissant place en grosse majorité à la musculation et à la course à pied. Les variables que nous avons manipulées étaient la durée de l'expérience et les moments où les sujets allaient porter la montre. Encore une fois, les décisions ont été fortement impactées par le contexte, nous avons dû fixer la durée à 8 semaines et nous avons décidé que les participants devraient porter la montre avant et après leurs séances. La variable principale qui a été mesurer, en plus des réponses aux questionnaires et de la fréquence cardiaque est l'AED.

2.3 Procédure

Dans un premier temps, les participants ont été invités à compléter une enquête sur LimeSurvey® afin de déterminer un profil d'engagement dans l'activité physique et à lire, signer la lettre d'information et de consentement numéro 1 par la même occasion. Dans un second temps, les participants devaient répondre aux 4 questionnaires portant sur la motivation, la tolérance à l'effort, le niveau d'activité physique et le dernier portant notamment sur la passé sportif et la pratique actuelle. Initialement, ces réponses devaient permettre de ne sélectionner que les individus ayant un NAP limité et de les orienter au mieux vers une activité physique et sportive qui leur corresponde mais cela fut rendu im-

possible par l'épidémie. Ceci fait, nous avons rencontré les participants pour leur expliquer comment allait se dérouler l'expérience. Ils allaient devoir pratiquer régulièrement l'activité physique et sportive qu'ils avaient choisi pendant 8 semaines. Aussi, pour la première et la dernière séance, la procédure suivante devait être respecté ; ils allaient devoir remplir 3 questionnaires. Deux à la fin de la pratique, l'un sur la pénibilité de l'effort, l'autre sur le plaisir ressenti et un le lendemain de la pratique sur le sommeil, stress, douleur et fatigue générale. De plus, ils devaient porter la montre Empatica juste avant et juste après la première et la dernière séance, afin que l'on puisse recueillir leurs données (AED et fréquence cardiaque notamment) au repos et après l'effort. Enfin, avant la première séance et après la dernière séance, ils devaient répondre à un questionnaire sur la qualité de vie.

2.4 Traitement des données

Les données de la montre sont exportées sur le logiciel E4 Manager et le site E4 connect. Ces derniers permettent de télécharger un dossier contenant les fichiers csv (tableurs) qui rendent compte des activités de l'organisme que j'ai précédemment décrit en fonction du temps, le fichier AED.csv par exemple (voir annexe 1). Il y a donc au total 4 dossiers par participants ; un dossier contenant les mesures ayant lieu avant la séance de la première semaine (S1-Avant), un pour les mesures ayant eu lieu après (S1-Après). Un dossier contenant les mesures ayant eu lieu avant la séance de la dernière semaine (S8-Avant) et un pour les mesures ayant eu lieu après (S8-Après). Dans les fichiers concernant l'AED, la fréquence d'échantillonnage est de 4Hz, c'est-à-dire qu'il y a 4 mesures (lignes dans le fichier) de l'AED par seconde. Pour chaque participant, les données ont été traitées avec Python. Le programme Python consistait pour chaque participant à filtrer les données, afficher le signal dans un graphique pour voir s'il n'était pas trop bruité et déterminer l'AED moyenne pour chacune des mesures. L'activité électrodermale est mesurée en microSiemens, c'est la conductance cutanée, elle correspond à l'inverse de la Résistance cutanée ($\text{Conductance} = 1 / \text{Résistance}$). Le signal est constitué d'une composante tonique et d'une composante phasique (Antoine CLARION, 2009). La composante tonique décroît progressivement lorsque le sujet est au repos et ré-augmente lentement lorsque le sujet est stimulé (lorsqu'on lui parle par exemple) cette composante est variable d'un individu à l'autre. La composante phasique correspond aux variations rapides de la conductance cu-

tanée en réponse à un stimulus (le sujet est surpris car quelqu'un lui a fait peur). Comme il a été précisé, il n'existe pas de package pour décomposer le signal mais l'étude de l'AED est toujours possible puisqu'on étudiera ici les tendances globales de l'AED.

2.5 Traitement statistique

Afin d'étudier au mieux les variations de l'activité électrodermale entre la première et la dernière séance, l'analyse de variance (ANOVA) a été choisi. L'ANOVA test statistiquement l'égalité des moyennes, elle peut déterminer si les moyennes de trois groupes ou plus sont différentes. Si tel est le cas, un test des rangs signés de Wilcoxon ou un test de Student sera effectuer pour déterminer quelles moyennes sont significativement différentes. Pour déterminer quel ANOVA et quel test utilisé, il faut vérifier la normalité des données, un test de Shapiro Wilk a donc été effectué. Un $p > 0,05$ a été retenu pour la significativité, les hypothèses de l'ANOVA sont valides si la p valeur du test est supérieur à 0,05.

Les tests porteront sur les quatre groupes de mesures suivants :

- S1Avant est le nom du groupe comportant les données obtenues des 30 participants grâce aux mesures effectuées la 1ère semaine, 5 minutes avant la séance.
- S1Après contient les données obtenues pour les mesures ayant eu lieu la 1ère semaine, 10 minutes après la séance.
- S8Avant contient celles obtenues la 8ème semaine 5 minutes avant la séance.
- S8Après celles de la 8ème semaine 10 minutes après.

Les résultats des tests d'Agathe et Marc seront brièvement résumés.

3 Résultats

3.1 Visualisation des résultats

En premiers lieux, quatres graphiques rendant compte du signal de l'AED de tous les participants pour chaque mesure ont été établis (voir annexe 2). Ils ont été étudiés pour voir s'il y avait des erreurs flagrantes, si le signal n'était pas bruité au point de le voir à l'œil nu, pour avoir un premier aperçu sur l'évolution de l'AED entre la semaine 1 et 8. Les données d'un seul participant ont posé un problème, plus que de simple pics

significatifs, le signal était parfaitement constant, ce qui ne peut pas être le reflet de l'activité électrodermale qui est en constante fluctuation. Ce participant n'est donc pas pris en compte dans les résultats, le taille de l'échantillon a donc été réduite à 30. Ensuite, les données été récoltées dans une table (voir annexe 3). La table renseigne l'AED moyenne de tous les participants pour chaque groupe, soit avant ou après la séance, à la semaine 8 ou à la semaine 1. De plus, les variations de l'AED en pourcentage et les différences en fonction des groupes ont été calculés et y sont aussi référencées. Pour orienter au mieux les tests, les évolutions des moyennes des 30 participants ont été illustrées dans un graphique (voir figure 1.a) et les moyennes de l'AED ont été établies en fonction des groupes.

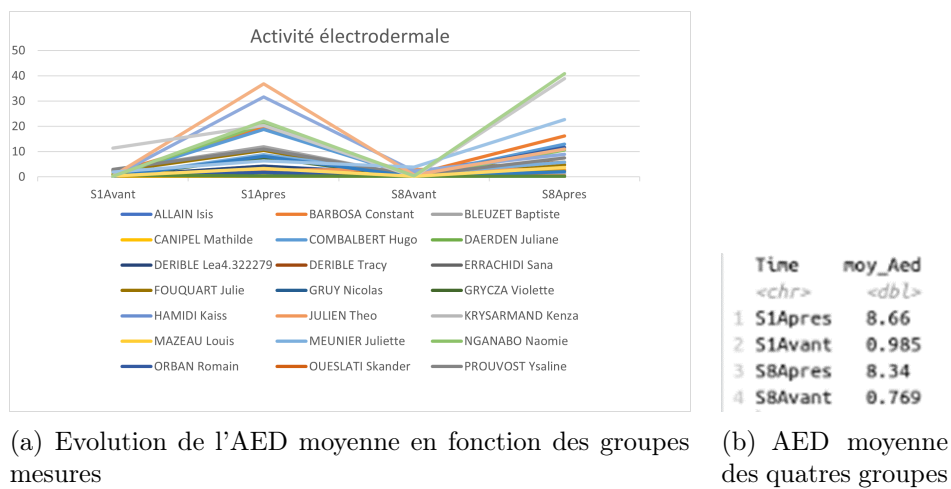


FIGURE 1 – Première aperçu de l'activité électrodermale

Enfin, pour avoir une idée de la distribution des données, les histogrammes des AED moyennes ont été affichés (voir annexe 4). Toutefois, bien que notre aperçu nous ait largement orienté, rien ne peut être affirmé sans des tests statistiques précis.

3.2 Tests et résultats principaux

La réalisation du test de Shapiro Wilk a permis d'obtenir une valeur W (statistique de test) = 0.45 soit inférieur à la valeur critique 0.927 de la table de Shapiro Wilk, le seuil de significativité α fixé à 0.05 et la taille de l'échantillon étant égale à 30. Or, si W (la statistique observée) est inférieur à la valeur critique du test, l'hypothèse de normalité des différences est rejetée. Ces quatre groupes de mesures ne suivent donc pas une loi normale. En conséquence, la statistique de test qui a été choisie est l'ANOVA de FRIEDMAN. C'est une alternative non-paramétrique à l'analyse de la variance classique,

cette dernière étant utilisée dans le cas où les groupes de mesures suivent une loi normale. Cette analyse de variance va tester l'hypothèse selon laquelle il existerait au moins une distribution dont la moyenne s'écarte des autres moyennes. On considère que si $p < 0.05$, il y a une forte présomption contre l'hypothèse nulle, hypothèse selon laquelle aucune distribution ne s'écarte d'une autre. En réalisant l'ANOVA de Friedman (voir figure 2), nous obtenons une p-valeur < 0.0001 soit largement inférieur au seuil de 0.05 fixé, il existe donc au moins une distribution qui diffère des autres. Afin de déterminer quelles distributions diffèrent entre elles, un test des rangs signés de Wilcoxon a été effectué avec l'ANOVA. Ce test sert à trancher si oui ou non deux échantillons sont significativement différents. En bref, le test compare chaque groupe entre eux et examine à quel point les valeurs d'un premier échantillon diffèrent des valeurs d'un second, si les différences sont significatives, alors les distributions sont significativement différentes. Comme plusieurs tests de significativités ont lieu sur les mêmes données, les p valeur ont été ajusté par la méthode de Bonferonni, cela évite de se tromper quant à la significativité des résultats.

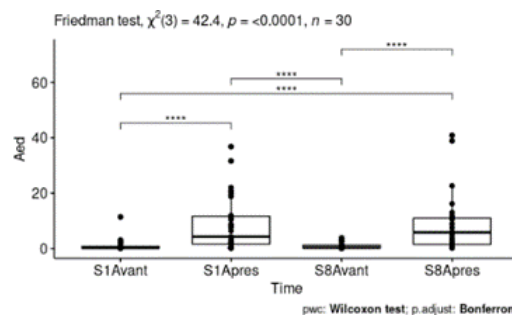


FIGURE 2 – ANOVA de Friedman de l'AED

Toutes les différences mises en lumière par le test sont très significatives ($p < 0.0001$) ; Premièrement, l'activité électrodermale moyenne a significativement augmenté entre les mesures d'avant les séances de la semaine 1 et celles d'après ces mêmes séances. Les moyennes se situant respectivement à $0.985 \mu S$ contre $8.66 \mu S$ (voir figure 1.b). Deuxièmement, l'AED moyenne a significativement augmenté entre les mesures d'avant les séances de la semaine 1 et d'après les séances de la semaine 8. Passage de la moyenne de $0.985 \mu S$ à $8.34 \mu S$. Troisièmement, l'AED moyenne a significativement baissé entre les mesures d'après les séances de la semaine 1 et celles d'avant les séances de la semaine 8. Evoluant de $8.66 \mu S$ à $0.769 \mu S$. Enfin, l'AED moyenne a significativement augmenté entre les mesures d'avant les séances de la semaine 1 et celles d'après ces même séances. La moyenne se situant respectivement à $0.769 \mu S$ contre $8.34 \mu S$. Le graphique

présente donc des différences significatives selon que les mesures ont été effectuées avant ou après la séance mais ne présente aucune différence significative en fonction de la semaine pendant laquelle les mesures ont été prises. En effet, l'AED moyenne a stagné entre les mesures d'avant les séances de la semaine 1 et celles d'avant les séances de la semaine 8, les moyennes respectives étant de $0.985 \mu S$ et $0.769 \mu S$. Il n'y a pas eu non plus de fluctuations significatives de l'AED entre les mesures d'après les séances de la semaine 1 et celles d'après les séances de la semaine 8. Il est à noter de plus qu'il n'y a pas de différences significatives dans l'augmentation de l'AED moyenne entre les mesures d'avant et d'après les séances, quand on compare les séances de la semaine 8 avec les séances de la semaine 1. Autrement dit, il n'y a pas d'augmentation significativement plus forte ou plus faible de l'AED dans ces mesures en fonction de la semaine. De plus, Marc a aussi réalisé l'ANOVA de Friedman avec les mêmes paramètres (voir figure 3). Les tendances de la variabilité de la fréquence cardiaque (abrégée HRV pour "heart rate variability") suivent l'inverse des tendances de l'activité électrodermale ; on observe une baisse significative de la HRV après la séance comparée à avant, aucune différence significative n'est caractérisée en fonction de la semaine pendant laquelle les mesures ont été effectuées.

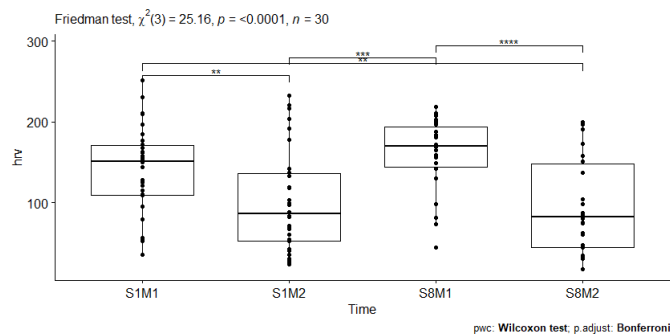


FIGURE 3 – ANOVA de Friedman de la HRV

Enfin, malgré le nombre de tests importants mis en place, Agathe n'a trouvé qu'une différence entre le début et la fin de l'expérience (entre semaine 1 et 8). Une p valeur de 0.033 a été calculée grâce au test de Student qu'elle a choisi, par conséquent, elle a pu affirmer que les scores concernant le stress avaient significativement augmenté entre la première et la dernière semaine.

4 Discussion

4.1 Interprétation des résultats

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les effets de la pratique d'une activité physique et sportive régulière au travers de l'AED. L'activité électrodermale correspond à des variations électriques de la peau associées au fonctionnement des glandes sudoripares. Lorsque nous fournissons un effort, nous produisons de la chaleur et l'hypothalamus (la région du cerveau qui est entre autres le centre de régulation de la température) va déclencher le processus de transpiration pour atteindre la thermorégulation (autrement dit la régulation de la chaleur du corps) (Anne Brisard, 2005). Aussi, les glandes sudoripares, directement sous le contrôle du système nerveux sympathique, sont activées par les décharges nerveuses d'origine centrale. L'AED constitue de ce fait un bon indicateur neurovégétatif des activations cérébrales qui sous-tendent différents états cognitifs (Sequeira, D'Hondt 2013). Il a d'abord été prédit que l'AED augmenterait dans les mesures post-séances comparativement aux mesures pré-séances. Véritablement, que les mesures soient effectuées au début ou à la fin de l'expérience, une augmentation significative de l'AED est calculée après la séance de sport par rapport à avant. Cela s'explique facilement par le processus d'homéostasie déclenché pour réguler la température du corps plutôt que par un sentiment de changement profond ressenti après la séance par les participants, les réponses aux questionnaires (renseignant sur le ressenti) en témoignent par ailleurs puisqu'il n'y a pas eu de changement significatif. En revanche, la pratique régulière d'une activité physique et sportive aurait dû avoir un effet sur l'AED. Assurément, les bienfaits de la pratique régulière d'une activité physique et sportive pour le corps et sur le bien-être en général ne sont plus à prouver. Corollairement au bien-être, l'AED aurait donc dû augmenter ; un meilleur bien être implique une augmentation de l'AED (mais il se peut qu'une augmentation de l'AED n'implique pas un meilleur bien être). Ce n'est pas ce que nous avons observé. Il n'y a eu ni augmentation significative du niveau de base de l'AED (S8-Avant/S1-Avant), ni différences significatives de l'AED dans les mesures d'après la séance (S8-Après/S8-Avant) ni augmentation significativement plus forte ou plus faible de l'AED après la séance en fonction de la semaine. Il faudrait alors vérifier notre troisième hypothèse, déterminer si l'AED était un mauvais indicateur dans cette expérience pour une raison ou pour une autre ou s'il n'y a réellement pas eu d'amélioration entre le début

et la fin de l'expérience. L'AED traduisant de toute manière l'intensité d'un ressenti et non sa valence, nous allons nous appuyer sur les données obtenues par Agathe et Marc, soient les questionnaires et la variabilité de la fréquence cardiaque, pour trancher si oui ou non les participants se sont mieux sentis à la fin de l'expérience. Si tel était le cas, Marc aurait dû observer une augmentation de la variabilité de la fréquence cardiaque (Jean Marsac, 2013) entre les séances de la semaine 8 et les séances de la semaine 1. Or, de la même manière que pour l'AED, le seul facteur qui a impacté la HRV est la réalisation de l'activité physique et sportive (différences significatives observées après la séance comparée à avant). Il n'y a pas eu de hausse significative de la HRV entre les séances de la semaine 1 et la semaine 8 et ce peu importe les comparaisons effectuées. Enfin, Agathe aurait dû obtenir des scores significativement plus importants aux questionnaires et échelles en semaine 8 si le bien-être des participants avait augmenté mais la seule interprétation qui fut possible en analysant ces données était que le stress avait significativement augmenté entre la première et la dernière semaine. Ce seul résultat ne suffit pas à établir que les participants étaient plus stressés à cause de la pratique d'une activité physique et sportive régulière. En conséquence, ensemble, l'AED, la HRV et les questionnaires plaident en faveur d'une stagnation du niveau de bien être des participants malgré la pratique d'une activité physique et sportive régulière.

4.2 Limite de la recherche et orientations futures

Notre étude a malheureusement été déterminée par l'évolution de l'épidémie du COVID-19, ce qui a limité fortement sa portée, nous a obligé à revoir les paramètres de l'étude et donc les objectifs de base. Nous devions au départ en résumé ; recruter les participants ayant un NAP limité, trouver l'activité qui leur correspondait et qu'ils allaient pratiquer pendant 12 semaines, les suivre dans cette activité, les ré-orienter au besoin ou les conforter dans leurs activités physiques et sportives, étudier les effets physiologiques de ces activités et les ressentis subjectifs de chacun grâce à la montre qu'ils allaient porter avant/pendant/après l'activité et aux questionnaires. Par la suite, nous avons dû premièrement abandonner l'idée de recruter seulement des participants ayant un NAP limité, ce qui constitue une première limite puisque l'évolution du bien être aurait été plus significative dans les résultats. Plus simplement, les participants qui avaient des profils actifs avaient moins de chance de présenter une augmentation de leurs bien-être dû à leurs activités

puisque'ils étaient déjà actifs. Les clubs de sports de la faculté et autres ayant fermé, nous n'avons pas pu adapter l'activité en fonction des profils des individus, il se peut donc que les participants aient pratiqué des activités qui leurs aient plus ou moins déplu. Aussi, le suivi des participants était uniquement basé sur la confiance puisqu'ils pratiquaient leurs activités chez eux ou seules en extérieur, du moins, pas à la faculté qui aurait largement facilité le suivi. De plus, le temps de la pratique a été réduit à 8 semaines et les participants ne devaient plus porter la montre pendant la séance. Cela a réduit l'impact de l'expérience sur les participants et la précision des données. La taille de l'échantillon est aussi une limite à la généralisation des résultats. Enfin, les packages existant pour traiter l'AED ne supportent pas la fréquence d'échantillonnage de 4hz paramétré dans la montre Empatica. Cela a empêché le filtrage des données d'abord et la décomposition du signal ensuite, ce qui a réduit la précision des résultats. Nous aurions pu en effet nous cantonner à la composante tonique de l'AED (le sujet n'est pas confronté à des stimulus apparaissant ponctuellement mais est stimulé continuellement par le sport qu'il pratique) dans cette étude. Toutes ces raisons peuvent expliquer en grande partie pourquoi nous n'avons pas observé d'amélioration du bien-être chez les participants. A l'avenir, il serait intéressant de travailler avec plus de participants en respectant les paramètres et objectifs initiaux de l'expérience, ce qui nécessite inévitablement plus d'étudiants pour travailler sur ce projet. Travailler sur un kit en Python pour traiter correctement l'AED ne serait pas négligeable non plus (sachant qu'il existe déjà des kits pour des fréquences d'échantillonnage plus élevées), la suppression de la composante phasique dans le signal de l'AED permettrait d'obtenir un signal propre dès la visualisation, des valeurs plus précises pour les tests. Pour finir, un protocole de suivi pourrait être créé en collaboration avec les professeurs de sports de l'université de Lille afin d'obtenir les résultats les plus probants possible.

5 Conclusion

Nous ne sommes pas parvenus à montrer que la pratique d'une activité physique et sportive régulière avait un impact positif sur le bien-être des participants dans cette étude. Ce qui explique pourquoi nous n'obtenons pas non plus que la pratique d'une activité physique et régulière a un effet sur l'activité électrodermale. Il faut d'ailleurs tout de même

souligner que cette étude plaide en faveur de l'AED comme étant un indicateur à prendre en compte lorsqu'on étudie les expériences utilisateurs puisque les interprétations des résultats de l'AED, de la HRV et des questionnaires concordent. De futures études reprenant les paramètres initiaux du projet, quelques travaux méthodologiques décrits dans la discussion et de meilleures conditions permettront d'analyser plus pertinemment les retours des participants afin d'orienter au mieux les étudiants et personnels de l'université de Lille vers l'activité physique et sportive qui leur convient.

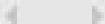

Références

- ANGRILLI, A., MAURI, A., PALOMBA, D., FLOR, H., BIRBAUMER, N., SARTORI, G. & DI PAOLA, F. (1996). Startle reflex and emotion modulation impairment after a right amygdala lesion. *Brain*, 119(6), 1991-2000. <https://doi.org/10.1093/brain/119.6.1991>
- ANNE, D. (p. d.). ETUDE DES EMOTIONS CHEZ LE PATIENT EN EVEIL DE COMA, 87.
- CLARION, A. (p. d.). Recherche d'indicateurs électrodermaux pour l'analyse de la charge mentale en conduite automobile, 234.
- CLORE, G. L. & ORTONY, A. (2000). Cognitive Neuroscience of Emotion. In R. D. R. LANE, L. NADEL, G. L. AHERN, J. ALLEN & A. W. KASZNIAK (Éd.), *Cognitive Neuroscience of Emotion* (p. 24-61). Oxford University Press.
- DELERIVE, P. C. (p. d.). Etude des rapports entre l'anxiété et l'activité physique, 127.
- DROULERS, O., LAJANTE, M. & LACOSTE-BADIE, S. (2013). Apport de la démarche neuroscientifique à la mesure des émotions : importation d'une nouvelle méthode de mesure de l'activité électrodermale. *Décisions Marketing*, (72), 87-101. <https://doi.org/10.7193/dm.072.87.101>
- LANE, R. D., REIMAN, E. M., BRADLEY, M. M., LANG, P. J., AHERN, G. L., DAVIDSON, R. J. & SCHWARTZ, G. E. (1997). Neuroanatomical correlates of pleasant and unpleasant emotion. *Neuropsychologia*, 35(11), 1437-1444.

- LANE, R., FINK, G., CHAU, P. & DOLAN, R. (1997). Neural activation during selective attention to subjective emotional responses. *Neuroreport*, 8(18), 3969-3972. <https://doi.org/10.1097/00001756-199712220-00024>
- LEDOUX, J. (2000). Cognitive-emotional interactions : Listen to the brain. In R. LANE & L. NADEL (Éd.), *Cognitive neuroscience of emotion* (p. 129-155). Oxford University Press.
- MORRIS, J. S., DEGELDER, B., WEISKRANTZ, L. & DOLAN, R. J. (2001). Differential extrageniculostriate and amygdala responses to presentation of emotional faces in a cortically blind field. *Brain*, 124(6), 1241-1252. <https://doi.org/10.1093/brain/124.6.1241>
- PHAN, K. L., WAGER, T., TAYLOR, S. & LIBERZON, I. (2002). Functional Neuroanatomy of Emotion : A Meta-Analysis of Emotion Activation Studies in PET and fMRI. *NeuroImage*, 16, 331-48. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1087>
- PHAN, K. L., WAGER, T., TAYLOR, S. F. & LIBERZON, I. (2002). Functional neuroanatomy of emotion : a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *NeuroImage*, 16(2), 331-348. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1087>
- POIREL, E. (2017). Bienfaits psychologiques de l'activité physique pour la santé mentale optimale. *Santé mentale au Québec*, 42(1), 147. <https://doi.org/10.7202/1040248ar>
- SEQUEIRA, H. & D'HONDT, F. (2013). Chapitre 6. L'activité électrodermale dans l'étude de la cognition. *Electrophysiologie de la cognition* (p. 137). Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.hot.2013.01.0137>
- WILLIAMS, L. M., PHILLIPS, M. L., BRAMMER, M. J., SKERRETT, D., LAGOPOULOS, J., RENNIE, C., BAHRAMALI, H., OLIVIERI, G., DAVID, A. S., PEDUTO, A. & GORDON, E. (2001). Arousal Dissociates Amygdala and Hippocampal Fear Responses : Evidence from Simultaneous fMRI and Skin Conductance Recording. *NeuroImage*, 14(5), 1070-1079. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0904>

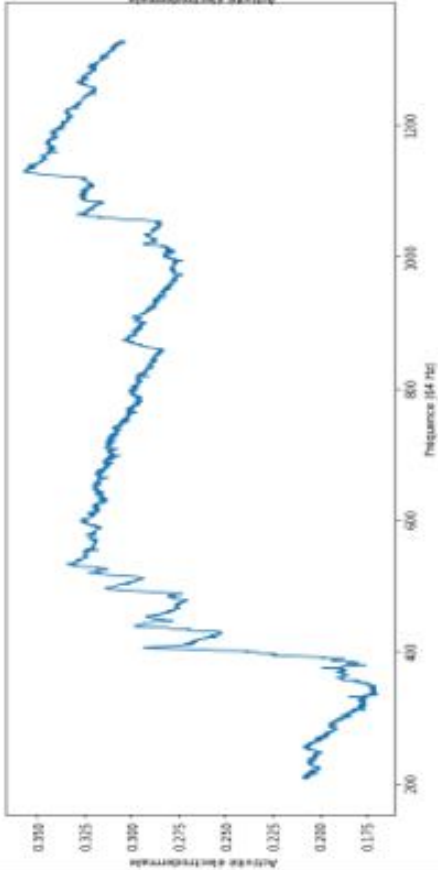
Annexes

Annexe 1

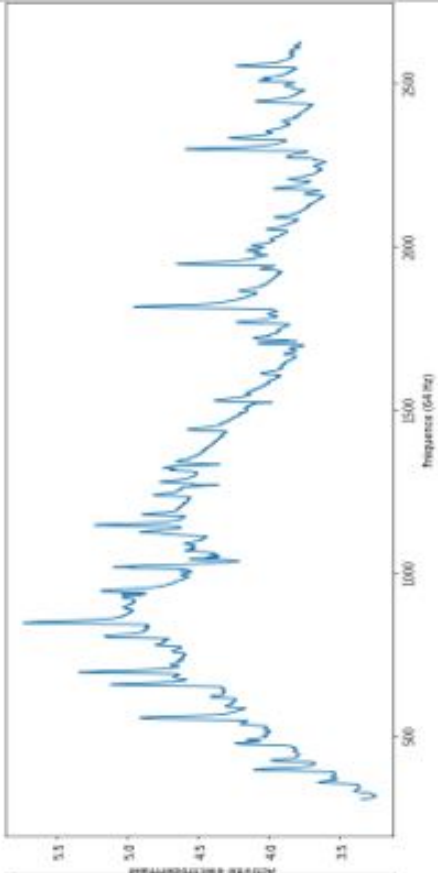
	A	B	C
1	1610738043.000000		
2	4.000000		
3	0.000000		
4	0.005124		
5	0.003843		
6	0.008967		
7	0.006405		
8	0.836457		
9	0.146295		
10	1.183860		
11	1.622013		
12	2.099904		
13	1.608221		
14	1.774744		
15	1.357155		
16	1.848839		
17	1.222457		
18	1.319809		
19	0.790778		
20	0.311606		
21	1.183860		
22	0.312887		
23	0.999210		
		EDA	

Allain Isis

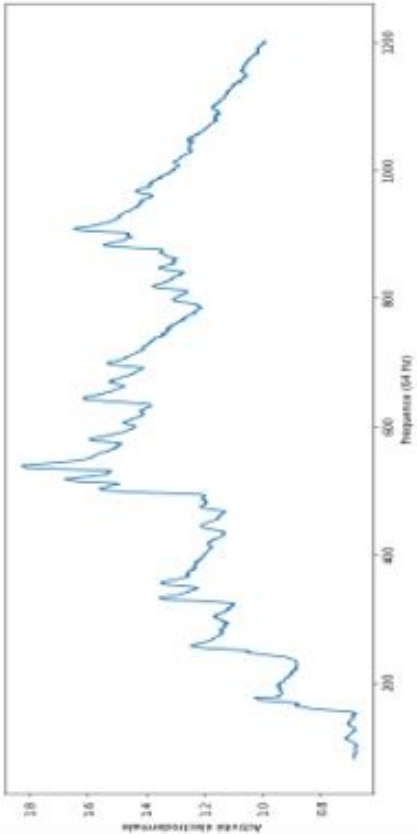
S1 Avant



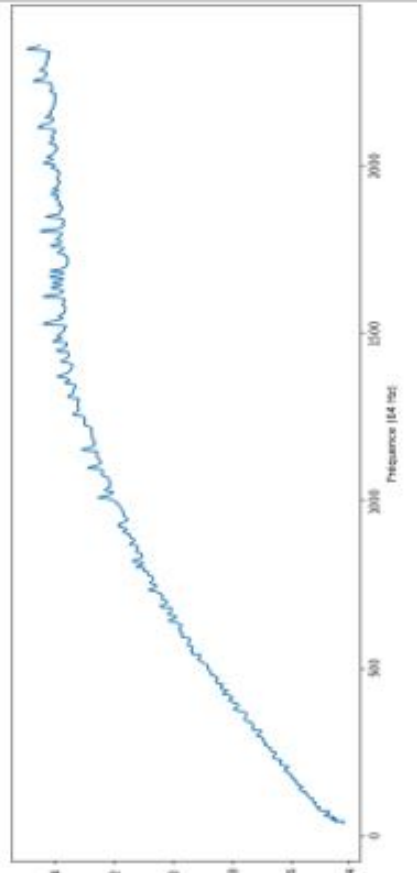
S1 Après



S1 Avant



S1 Après



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Participants	S1Av	S1Ap	S8Av	S8Ap	S8-S1Av	S8-S1VarAv	S8-S1Ap	S8-S1VarAp	S1Av-Ap	S1VarAp-A1	S8Av-Ap	S8VarAp-Av
1	ALLAN Isabelle	0,287349	4,212158	1,237686	11,601126	0,950337	330,73%	7,388968	275,42%	3,924809	1465,87%	10,36344	937,32%
2	BARBOSA C	1,473126	19,545335	0,994832	16,166792	-0,478294	-32,47%	-3,378543	82,71%	18,072209	1326,79%	15,17196	1625,08%
4	BLEUZET Bn	2,722722	11,908095	0,217192	1,261011	-2,505830	-92,02%	-10,647084	10,59%	9,185373	437,36%	1,043819	580,60%
5	CANPEL Mm	0,371943	1,559795	1,193463	5,866646	0,821520	220,87%	4,306851	376,12%	1,187852	419,36%	4,673183	491,56%
6	COMBALBER	0,153094	18,758777	0,267225	13,00327	0,114131	74,55%	-5,755507	69,32%	18,605683	12253,11%	12,736045	4866,04%
7	DAERDEN JL	0,194224	0,13648	0,075966	0,116473	-0,118238	-60,68%	-0,020007	85,34%	-0,057744	70,27%	0,040487	153,28%
8	DERBLE Lm	0,325183	4,322279	0,756511	0,287263	0,431328	132,64%	-4,025016	6,88%	3,997096	1329,18%	-0,459248	39,29%
9	DERBLE Trn	0,225594	2,31454	2,662245	5,761117	2,436851	1080,10%	3,446577	248,91%	2,088946	1025,98%	3,098872	216,40%
10	ERRACHOIS	0,093113	0,402864	0,044706	0,41441	-0,048407	-51,89%	0,011546	102,87%	0,309751	432,66%	0,369704	926,97%
11	FOUQUART	2,231871	10,452731	0,075652	4,770979	-2,156219	-86,61%	-5,681752	45,64%	8,22086	468,34%	4,695327	6306,48%
12	GRUY Nicole	0,200775	0,355146	0,31816	0,31816	0,117385	58,47%	-0,036986	89,59%	0,154371	176,89%	0	100,00%
13	GRYCZA Vn	0,194425	7,635464	0,180635	10,815633	-0,013790	-7,09%	3,180169	141,65%	7,441039	3827,20%	10,634988	5987,56%
14	HAMIDI Kais	0,093934	0,245677	0,11359	2,576421	0,019656	20,93%	2,330744	1048,70%	0,151743	261,54%	2,462831	2268,18%
15	JULIEN Theo	0,241665	2,724753	2,925657	2,879225	2,683982	1110,63%	0,154472	105,67%	2,483088	1127,49%	-0,046432	98,41%
16	KRYSARMA	0,104432	1,773964	0,083383	1,13946	-0,021049	-20,16%	-0,634504	64,23%	1,689532	1698,68%	1,058077	1368,54%
17	MAZEAU Lo	1,369291	1,799184	1,193463	5,866646	-0,175828	-12,84%	4,067482	326,08%	0,429873	131,39%	4,673183	491,56%
18	MEUNIER Jul	0,20083	8,747503	1,184532	5,866646	0,983702	489,82%	-2,880857	67,07%	8,546673	4355,68%	4,682114	495,27%
19	NGANABO P	0,13752	20,877782	0,065077	10,564074	-0,072443	-52,68%	-10,313708	50,60%	20,740262	15181,63%	10,498997	16233,19%
20	ORBAN Rom	0,421368	1,738746	0,409281	11,724636	-0,012087	-2,87%	9,98589	674,32%	1,317378	412,64%	11,315355	2864,69%
21	QUESLATS	0,210468	0,200428	0,423301	0,339786	0,212833	101,12%	0,139358	169,53%	-0,01004	95,23%	-0,083515	80,27%
22	PROUVOST	3,014879	10,954204	0,506778	7,520752	-2,508101	-83,19%	-3,433452	68,66%	7,939325	363,34%	7,013974	1484,03%
23	ROLFI Camil	0,037832	0,053324	0,056929	2,31204	0,019097	50,48%	2,258716	4335,83%	0,015492	140,95%	2,255111	4081,27%
24	ROEMER Jet	0,143114	8,171094	0,161631	2,116313	0,018517	12,94%	-6,054781	25,90%	8,02798	5709,50%	1,954882	1309,35%
25	SHAO Abdu	0,782091	0,422729	0,240262	0,257038	-0,541829	-69,28%	-0,165891	60,80%	-0,359362	54,05%	0,016776	106,98%
26	SIDELHADJ I	0,074638	31,625353	2,333729	8,924404	2,259091	3026,73%	-22,700949	28,22%	31,550715	42371,65%	6,590675	382,41%
27	TFFREAU M	0,100308	4,492463	0,06965	ERREUR	-0,030658	-30,56%	ERREUR	ERREUR	4,392155	4478,67%	ERREUR	ERREUR
28	VANHOUTTE	0,33426	36,799775	0,7685	10,968142	0,434240	129,91%	-25,831633	29,80%	36,465515	11009,33%	10,199642	1427,21%
29	VANNESTE	11,387018	20,373424	0,181315	38,930816	-11,205703	-88,41%	18,557392	191,09%	8,986406	178,92%	38,749501	21471,37%
30	VANO Hugo	0,42004	3,300761	0,248191	3,751515	-0,171849	-40,91%	0,450754	113,66%	2,880721	785,82%	3,503324	1511,54%

