



**HAL**  
open science

# Approche basée sur l'électrocardiographie pour une étude statistique de l'attention et de la qualité d'expérience utilisateur

Joshua Bègue, Mohamed Aymen Labiod, Abdelhamid Mellouk

## ► To cite this version:

Joshua Bègue, Mohamed Aymen Labiod, Abdelhamid Mellouk. Approche basée sur l'électrocardiographie pour une étude statistique de l'attention et de la qualité d'expérience utilisateur. Congrès National de la Recherche des IUT, Université de Haute-Alsace (UHA) Mulhouse - Colmar [Université de Haute-Alsace (UHA)], Mar 2024, Mulhouse, France. hal-04619716

**HAL Id: hal-04619716**

**<https://hal.science/hal-04619716v1>**

Submitted on 21 Jun 2024

**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.

# Approche basée sur l'électrocardiographie pour une étude statistique de l'attention et de la qualité d'expérience utilisateur

---

Joshua Bègue<sup>1</sup> Mohamed-Aymen Labiod<sup>2</sup> Abdelhamid Mellouk<sup>3</sup>

joshua.begue@u-pec.fr

mohamed.labioud@u-pec.fr

mellouk@u-pec.fr

<sup>1,2,3</sup> IUT de Créteil-Vitry, Université Paris-Est Créteil Val-de-Marne (UPEC),  
LISSI - EA 3956, TincNET (CIR), France.

**THÈMES** – *Informatique - Multimédia*

**RÉSUMÉ** – *L'étude des mécanismes cognitifs intéresse de plus en plus de chercheurs de milieux différents. Pour cause, leur champ d'application est vaste, permettant d'aborder certaines problématiques avec un nouvel œil. Le champ de recherche du multimédia s'inspire lui aussi désormais de ces mécanismes. Dans cet article, nous investiguons l'utilisation du signal électrocardiogramme pour permettre respectivement de quantifier le niveau d'attention ainsi que la qualité vidéo perçue par un utilisateur qui suit un cours en ligne et consomme un contenu multimédia. Les résultats obtenus permettent de valider les deux approches sélectionnées qui pourront donner lieu à la création de modèles de classification ou de régression sur ces valeurs.*

**MOTS-CLÉS** – *Traitement du signal, Electrocardiogramme, Qualité d'expérience (QdE), analyse statistique*

## 1 Introduction

Aujourd'hui, le nombre de services proposant du contenu multimédia ne fait qu'augmenter, créant ainsi un milieu très compétitif se partageant un nombre limité d'utilisateurs. Des efforts sont déployés pour rendre l'expérience utilisateur agréable afin de favoriser leur rétention et la survie du service. Cependant, la mesure de la qualité du service demeure une tâche difficile, impliquant le point de vue subjectif des utilisateurs. Cette notion de subjectivité est évaluée à travers un score d'opinion moyen, appelé MOS, devenu le centre de la recherche en multimédia. Les campagnes d'évaluation utilisant cette mesure sont souvent longues et rarement fructueuses en raison d'un manque d'implication de la part des utilisateurs. L'étude de la qualité perçue s'est alors tournée vers les signaux physiologiques, dans le but de pouvoir la mesurer sans déranger l'utilisateur.

Cet article présente nos recherches dans ce cadre, au cours desquelles nous nous intéressons à l'impact de deux mécanismes cognitifs sur le signal cardiaque. Ces deux mécanismes sont la qualité vidéo perçue par l'utilisateur et sur le niveau d'attention.

## 2 Méthodes

### 2.1 Données

Pour l'étude de la qualité perçue, nous avons sélectionné la base de données publique SoPMD [1]. Cette base de données contient les données de l'électroencéphalogramme (EEG), de l'électrocardiogramme (ECG) et de la respiration de 20 personnes évaluant 27 contenus multimédias à travers la notation de cinq facteurs d'influence sur la qualité globale perçue. Les facteurs d'influence investigués sont : l'intérêt pour le contenu vidéo, la qualité vidéo perçue, l'intérêt pour le contenu audio, le niveau d'immersion et la conscience de l'environnement.

Pour l'étude du niveau attentionnel, nous avons mené notre campagne d'acquisition avec l'aide de partenaires. L'acquisition des données s'est déroulée dans un contexte de cours en ligne d'une durée de 50 minutes, au cours duquel les participants devaient évaluer leur niveau d'attention toutes les cinq minutes. Les données EEG, ECG et du système de suivi oculaire (eye-tracker) ont été collectées. Ces acquisitions ont inclus 39 sujets, chacun ayant participé à deux sessions d'acquisition.

Nous ne discuterons, dans cet article, que du travail réalisé sur le signal cardiaque dans ces deux contextes.

### 2.2 Approche proposée

À partir de ces bases de données, nous utilisons les données ECG pour extraire des métriques descriptives afin d'évaluer la possibilité de décrire le niveau d'attention et la qualité perçue. Deux approches sont considérées, une pour chaque mécanisme cognitif.

- Pour le niveau d'attention, nous avons choisi une étude de la variation du rythme cardiaque (VFC), issue du milieu médical. En voici quelques exemples : RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences), SDDS (Standard Deviation of Successive Differences), SDNN (Standard Deviation of Normal-to-Normal), NN20/50 (mesure le nombre de paires d'intervalles R-R successifs qui diffèrent de plus de 20 ou 50 ms), et pNN20/50 qui en sont les ratios sur une période donnée. Tous sont des indicateurs de la variabilité de la fréquence cardiaque, mesurant la quantité de variation entre les intervalles R-R successifs. Après leur calcul, nous nous intéressons à leur corrélation avec le niveau d'attention pour chaque acquisition.
- Pour la qualité perçue, nous nous concentrons sur des métriques statistiques provenant principalement de la théorie de l'information, telles que diverses entropies, mais aussi d'autres comme le Hurst Component ou le Largest Lyapunov Component [2]. Dans cette seconde étude, nous cherchons à calculer la moyenne de ces métriques en vue d'une classification en un problème à trois classes : Mauvaise QoE, Moyenne QoE et Bonne QoE. En observant ces moyennes, nous pouvons déterminer si les valeurs seules permettraient de réaliser cette classification. Ceci correspond donc à une approche intra-sujets.

## 3 Résultats & Discussion

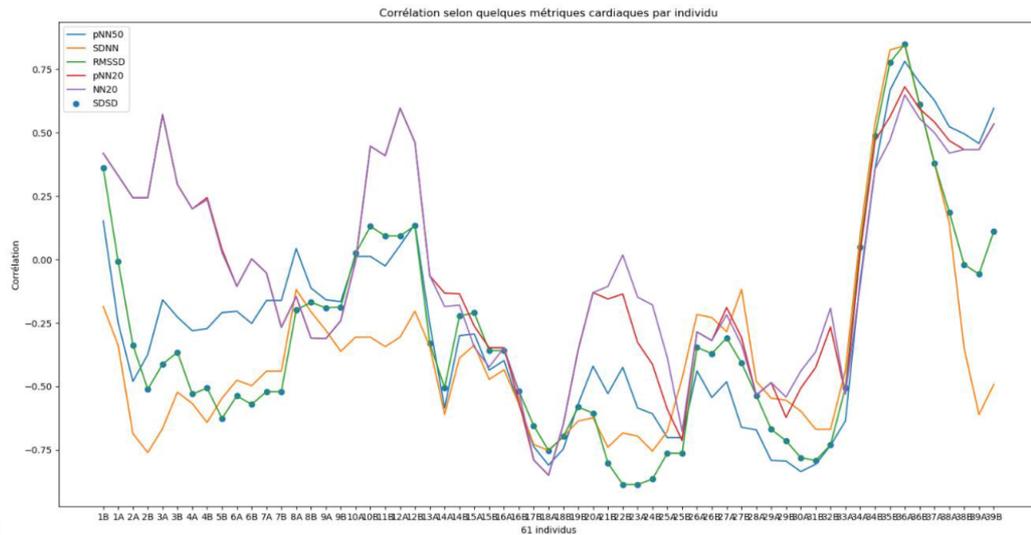
### 3.1 Niveau attentionnel

Cette étude nous a permis de construire un graphique représentant la corrélation entre le niveau attentionnel et les métriques de variabilité cardiaque, présenté sur la Fig. 1-A. La première remarque que nous pouvons faire concerne les différences apparentes des corrélations d'un sujet à l'autre, allant de 0.75 à -0.80. Cela nous montre qu'une approche intra-sujets reste la meilleure option pour cette problématique. Dans un second temps, il existe une inconstance dans les corrélations de métriques différentes en fonction du sujet. Pour certains sujets les courbes sont très rapprochées, mais cela n'est pas constant.

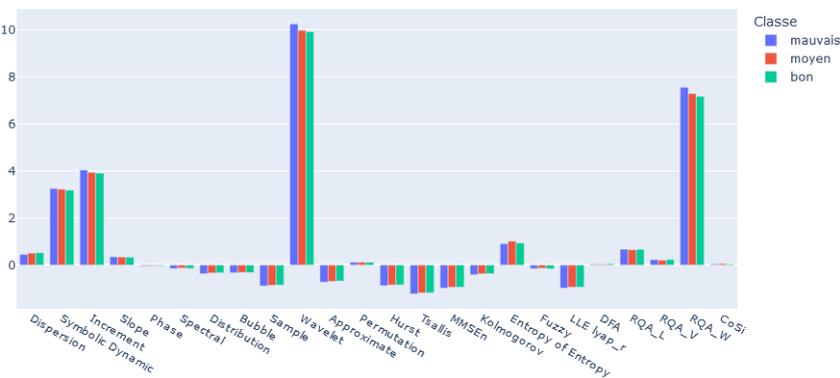
Ces deux points soulignent l'impossibilité d'obtenir un modèle global avec ces données capable d'estimer l'attention de n'importe qui après un entraînement commun. Il est alors nécessaire de concevoir un modèle par personne, qui pourrait être entraîné par Few-Shot Learning.

### 3.2 Qualité d'expérience

Le graphique produit par cette approche inter-sujet présente la moyenne des features investiguées, regroupées en classes selon la réponse des utilisateurs quant à leur niveau de qualité vidéo perçue (Fig. 1-B). Il nous permet de distinguer certaines métriques qui permettent de visualiser



[A]



[B]

FIGURE 1 – Résultats des deux études : [A] Corrélations entre le niveau d’attention et features VFC et [B] Moyennes des features d’entropie et le qualité vidéo perçue.

une différence selon les classes, et d’autres qui ne le permettent pas. En effet, des métriques, comme la Wavelet Entropy, présentent des différences significatives tandis que le Hurst Component n’est pas un indicateur important pour la classification de la qualité vidéo perçue. Pour cette problématique, l’approche inter-sujet semble donc être possible à l’aide de données ECG.

## 4 Conclusions

Dans cet article, nous présentons une étude des mécanismes cognitifs basée sur des données ECG, en nous intéressant à la qualité vidéo perçue ainsi qu’au niveau d’attention. L’approche sélectionnée pour la qualité vidéo perçue est inter-sujet et utilise principalement des métriques liées à l’entropie, tandis que le niveau d’attention est investigué suivant une approche intra-sujet, utilisant des métriques de variabilité cardiaque.

Ces approches sont validées par les résultats obtenus, qui suggèrent la possibilité de quantifier ces deux mécanismes cognitifs avec le signal ECG. Cet article pose les bases d’un

futur travail de prédiction sur ces mécanismes à l’aide de modèles basés sur les données ECG.

## 5 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à Dr. Yann Senova pour sa direction de la partie Attentionnelle. Nous remercions aussi Uzan Yona, Sassi Youssef, Lavoué Flora, Elkorchi Selma et Kapucu Erhan pour leur travail sur la qualité perçue.

## Références

- [1] Perrin et al. (2015, October). *Multimodal dataset for assessment of quality of experience in immersive multimedia*. In Proceedings of the 23rd ACM International Conference on Multimedia (pp. 1007-1010).
- [2] Sridhar et al. (2021). *Accurate detection of myocardial infarction using non linear features with ECG signals*. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 12, 3227-3244.