

Etude et mise au point de méthodes d'élimination de l'ECG dans l'EMG diaphragmatique

J-E. Franzkowiak¹, I. Rivals^{1,2}, B. Quenet^{1,2}, G. Bossavit¹, M-C. Niérat², J.-C. Lamy³, T. Similowski²

¹ Equipe de Statistique Appliquée, ESPCI ParisTech, PSL Research University, Paris, France

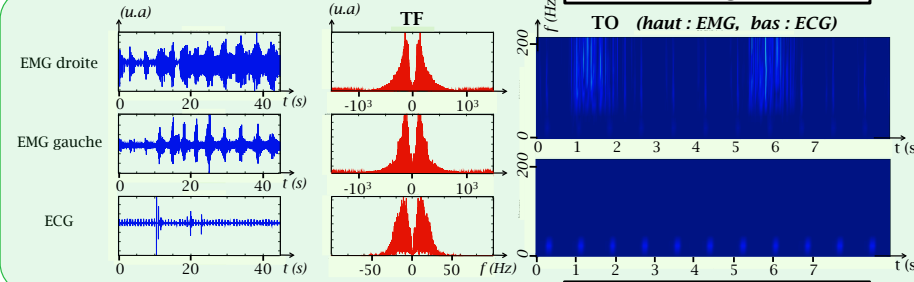
² Neurophysiologie respiratoire expérimentale et clinique - UMR-S 1158, Pitié-Salpêtrière, Paris, France

³ CRICM CENIR, UMR 7225, Institut du Cerveau et de la Moelle épinière, ICM, Paris, France

Introduction

Les patients présentant une SLA développent une atteinte respiratoire liée à la faiblesse du diaphragme. L'enregistrement direct des bouffées diaphragmatiques permet une quantification de l'activité diaphragmatique. Cependant, le cœur reposant sur le diaphragme, on retrouve dans l'EMG un signal associé aux battements cardiaques, que l'on souhaite supprimer. Des méthodes globales (Analyse en Composantes Indépendantes couplée à une décomposition empirique en modes) ont été étudiées, ainsi que des méthodes locales fondées sur la soustraction de l'ECG moyen autour des QRS. Nous proposons d'améliorer ces dernières par une méthode originale reposant sur la soustraction d'ondelettes par régressions non-linéaires autour de chaque QRS, implémentable même lorsque l'ECG n'est pas disponible.

I. Les signaux



TF : Transformée de Fourier (gauche) :
contenu fréquentiel:

- EMG : [0 - 1000] Hz
- ECG : [0 - 50] Hz (majoritairement)

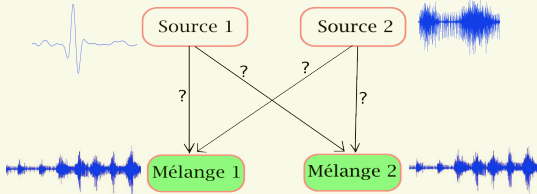
TO : Transformée en ondelettes (droite) :
Contenu fréquentiel de l'EMG au cours du temps :

on observe des hautes fréquences cardio-induites dans l'EMG. Un simple filtrage passe-bas ne peut pas être réalisé car l'EMG possède également des basses fréquences que l'on ne souhaite pas éliminer.

II. Méthodes globales

1. Analyse en Composantes Indépendantes (ACI) Décomposition en Modes Empiriques (EMD)

- 2 sources indépendantes : l'ECG et l'EMG
- 2 signaux : 2 mesures de l'activité diaphragmatique

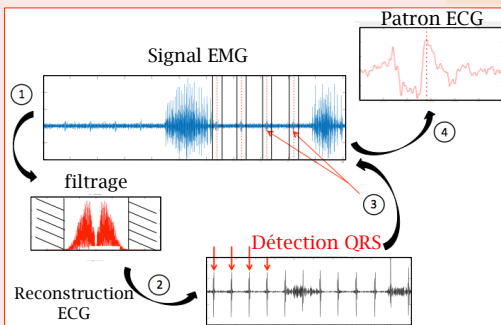


2. Résultats

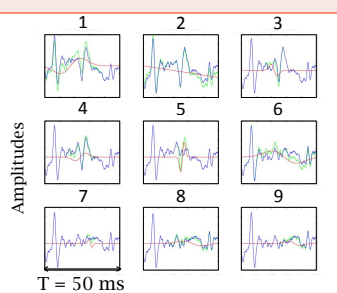
On utilise l'EMD (décomposition en modes de fréquences différentes) pour appliquer l'ACI sur un nombre de canaux important. Ainsi on espère extraire le signal ECG comme source indépendante, et l'éliminer avant reconstruction inverse du signal grâce aux modes restants. Cette méthode dépend beaucoup du signal à traiter, notamment de l'amplitude des QRS dans l'EMG, ce qui la rend difficile à implémenter.

III. Méthodes locales

Soustraction du patron ECG autour des QRS



Soustractions successives

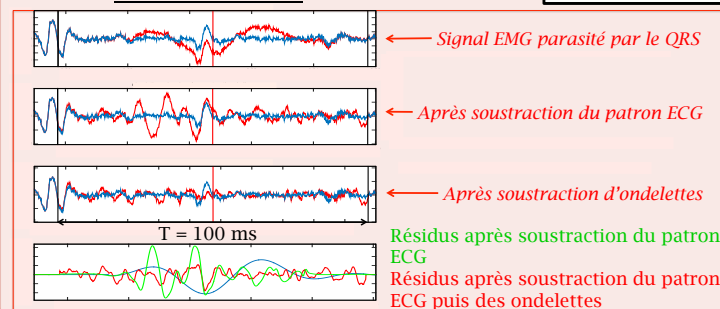


Après avoir soustrait le patron ECG (« Template Subtraction ») à toutes les fenêtres centrées sur les QRS, il reste une amplitude non nulle liée au fait que le patron ne s'adapte pas aux variations de forme des QRS.

Nous avons choisi de réaliser des soustractions successives d'ondelettes :

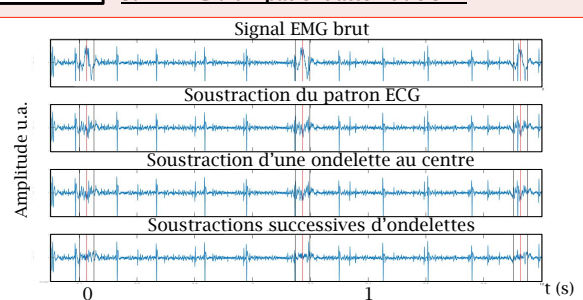
A chaque pas de temps dans la fenêtre de largeur T entourant le QRS, on ajuste une ondelette de centre fixé en amplitude et écart-type (Levenberg-Marquardt), puis on soustrait au signal l'ondelette ainsi ajustée. Des limites sont fixées sur l'amplitude et l'écart-type afin de ne pas éliminer les hautes fréquences associées à l'EMG.

Sur une simulation



Comparaison des deux approches

Sur l'EMG d'un patient atteint de SLA



Conclusion

Ce travail expose des méthodes récentes de traitement des signaux EMG diaphragmatiques ayant pour objectif de leur soustraire les signaux d'origine cardiaque empêchant une analyse fine de l'enregistrement musculaire. La méthode de soustraction locale du patron de l'EMG autour des QRS, possible même quand l'ECG n'est pas enregistré, semble la plus appropriée en particulier quand on la combine à la soustraction d'ondelettes par régressions non-linéaires autour de chaque QRS.