

Modélisation et Simulation

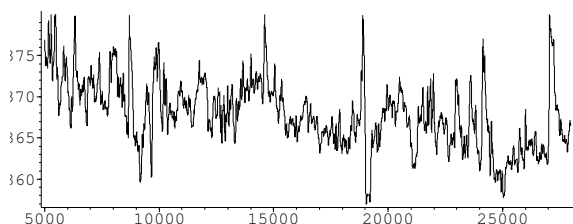
Le rythme cardiaque (RC) est l'intervalle de temps entre deux pics d'un électrocardiogramme. Chez un individu en bonne santé, le RC est très irrégulier, sa variabilité décroît du sujet bien entraîné au sujet sédentaire, et au patient cardiovasculaire. L'étude de la variabilité du RC lors des exercices exhaustifs a pour but d'améliorer l'entraînement des athlètes et de valider un modèle de détection précoce des maladies.

Analyse des signaux physiologiques chez les coureurs de fond de très haut niveau

Actuellement, le marathon se développe comme une pratique de masse alors qu'il était l'exclusive d'une poignée de coureurs avant les années 80.

Les nouvelles technologies permettent de recueillir sur le terrain des courses, le signal du *rythme cardiaque* (RC), intervalle de temps entre deux pics R successifs de l'électrocardiogramme.

Le signal RC fluctue de manière complexe, même au repos.



Rythme cardiaque d'un athlète.

On a étudié le comportement complexe de la variabilité du rythme cardiaque chez les coureurs de fond de très haut niveau (marathon, semi-marathon, ...) en vue d'améliorer l'entraînement des athlètes et de valider un modèle mathématique.

L'outil mathématique utilisé pour cette étude est l'**analyse multifractale**.

Benoît Mandelbrot a introduit l'**analyse multifractale** des mesures de probabilité et deux physiciens, Uriel Frisch et Giorgio Parisi ont proposé l'**analyse multifractale** des fonctions. Il s'agit d'étudier des phénomènes chaotiques, dont le désordre apparent cache peut-être un ordre que l'on doit rechercher à un niveau plus profond.



Paris marathon 2004

Ce travail se réalise dans le cadre d'une collaboration entre Eva Wesfreid et Yves Meyer du CMLA (Ens-Cachan) et Véronique Billat du Laboratoire d'Etude de la Physiologie à l'Exercice (LEPHE, Université d'Evry).

Dans le cadre de l'ACI 2004-2007, Fractale et athlètes, Nouvelles Interfaces de mathématiques, on a exploré la possibilité de mettre au point des algorithmes de mesure des indices des dysfonctionnements cardiaques dus à la fatigue au cours des exercices épuisants tels que la course de longue durée en situation de compétition.

Bibliographie

"Non-Linear Dynamics of Heart Rate and Oxygen Uptake in Exhaustive 10,000 m Runs: Influence of Constant vs. Freely Pace.", *Journal of Physiological Sciences (JJP)*, Vol. 56, No. 1, 2006. Véronique L. Billat, Éva Wesfreid, Christian Kapfer, Jean P. Koralsztein, and Yves Meyer.

"Multifractal analysis of heartbeat time series in human races", *Applied and Computational Harmonic Analysis*, Volume 18, Issue 3, May 2005, Pages 329-335. Éva Wesfreid, Véronique L. Billat and Yves Meyer.