



# Estimation du rythme cardiaque fœtal par l'estimateur YIN

Iulian Voicu, Jean-Marc Girault, Sébastien Ménigot

► **To cite this version:**

Iulian Voicu, Jean-Marc Girault, Sébastien Ménigot. Estimation du rythme cardiaque fœtal par l'estimateur YIN. TAIMA 2011, Oct 2011, Hammamet, Tunisie. 33 (4), 2012. <hal-01076351>

**HAL Id: hal-01076351**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01076351>**

Submitted on 22 Oct 2014

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License



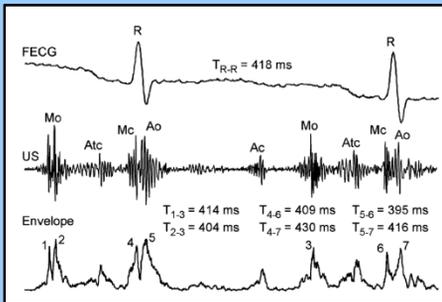
## I. Introduction

Le monitoring continu du rythme cardiaque foetal a montré ses avantages dans l'évaluation du bien-être foetal.



<http://healthcare.philips.com>

L'estimation ultrasonore du rythme cardiaque foetal n'est pas triviale vue la nature des signaux cardiaques ultrasonores ci-dessous.



Jezewski et al., IEEE BME 2006

## II. Equipement

Plusieurs systèmes ultrasonores commerciaux estiment le rythme cardiaque foetal. Ces systèmes mono-canal sont basés sur le calcul de la corrélation croisée  $I_1$ .

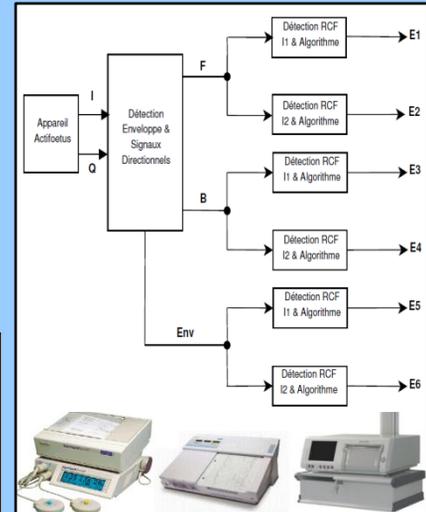
## III. Objectif

Nous nous proposons de tester l'estimateur  $I_1$  à partir de signaux directionnels **F** (forward) et **B** (backward) et d'enveloppe (**Env**). 3 estimateurs seront donc testés : E1, E3 et E5.

Nous nous proposons d'implémenter un nouvel estimateur  $I_2$  basé sur la technique YIN et de le tester à partir des 3 signaux **B**, **F**, **Env**. 3 estimateurs seront donc testés : E2, E4 et E6.

$$I_1(t, k) = \frac{1}{W} \sum_{n=0}^{W-1} x(t, n) \cdot x(t, n + W + k),$$

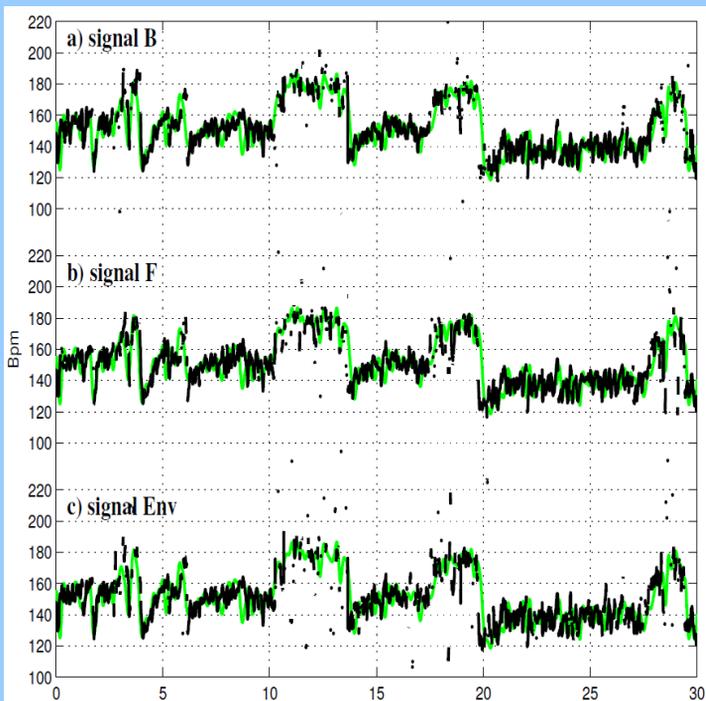
$$I_2(t, k) = \begin{cases} 1, & \text{si } k = 0 \\ d(t, k) / \left[ \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k d(t, j) \right], & \text{si } k \neq 0 \\ d(t, k) = \sum_{n=1}^W (x(t, n) - x(t, n + k))^2 \end{cases}$$



Les différentes techniques testées et différents systèmes.

## IV. Résultats

A partir de 15 enregistrements Doppler de 30 minutes, nous avons évalué le rythme cardiaque foetal via les 6 estimateurs. Les 6 rythmes cardiaques estimés sont reportés sur la figure ci-après. Dans le tableau 1, nous avons reporté la probabilité de détection ainsi que l'erreur relative. Nous notons que dans tous les cas, l'estimateur YIN surpasse les performances de l'estimateur standard en terme de probabilité de détection, l'erreur relative étant quant-à-elle similaire. Notez qu'il semble plus judicieux de calculer le rythme cardiaque sur les signaux directionnels que sur le signal d'enveloppe.



Rythme cardiaque détecté en utilisant  $I_1, I_2$  sur les signaux **B, F, Env**.

	PD		ER	
	$I_1$	$I_2$	$I_1$	$I_2$
<b>B</b>	36,73% ( $E_3$ )	56,38% ( $E_4$ )	4,68% ( $E_3$ )	4,65% ( $E_4$ )
<b>F</b>	35,89% ( $E_1$ )	54,71% ( $E_2$ )	4,68% ( $E_1$ )	4,69% ( $E_2$ )
<b>Env</b>	30,26% ( $E_5$ )	43,81% ( $E_6$ )	4,68% ( $E_5$ )	4,67% ( $E_6$ )

Tableau 1: La probabilité de détection (PD) et l'erreur relative (ER) en utilisant  $I_1, I_2$  et  $W = 2048$  échantillons : B - détection sur les amplitudes positives, F - détection sur les amplitudes négatives, Env - détection sur l'enveloppe.

## IV. Discussions et Conclusion

Les bonnes performances des estimateurs basés sur les signaux directionnels semblent relier avec le degré moindre de complexité des signaux. D'autre part, une erreur relative faible pour tous les estimateurs est le gage d'une bonne précision.

## V. Perspectives

Pour augmenter encore la probabilité de détection, nous étudions la possibilité de fusionner les estimations issues de différents canaux.