



HAL
open science

Identification de défauts pour le monitoring des rails

Elissa Akiki, Lynda Chehami, Nikolay Smagin, Emmanuel Moulin, Jamal Assaad, Youssef Zaatar

► **To cite this version:**

Elissa Akiki, Lynda Chehami, Nikolay Smagin, Emmanuel Moulin, Jamal Assaad, et al.. Identification de défauts pour le monitoring des rails. Mardi des Chercheurs 2024, Mar 2024, Mons, Belgique. hal-04542488

HAL Id: hal-04542488

<https://hal.science/hal-04542488>

Submitted on 11 Apr 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.

Identification de défauts pour le monitoring des rails

Elissa Akiki,^{1,2} Lynda Chehami,¹ Nikolay Smagin,¹ Emmanuel Moulin,¹ Jamal Assaad,¹ et Youssef Zaatari²

¹ Université Polytechnique des Hauts de France, IEMN, Institut d'Electronique de Microélectronique et de Nanotechnologie, Site de Valenciennes, UMR CNRS 8520, Le Mont Houy, 59313 Valenciennes Cedex 9, France

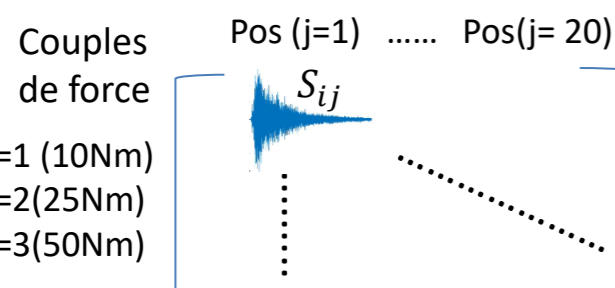
² Université Libanaise - Faculté des Sciences 2. Campus Pierre Gemayel - Fanar. P.O. Box 90656 Jdeidet, Liban

Résumé

L'évaluation non destructive des rails est cruciale pour garantir une sécurité élevée dans le transport ferroviaire. On propose ici une méthode d'identification des sources de bruit et/ou défauts par apprentissage sur une base de données de référence. Des essais expérimentaux ont été effectués sur un rail soumis à un couple de force appliqué à différentes positions du rail. Concrètement, cela consiste d'abord à constituer un dictionnaire de référence contenant toutes les signatures de défauts (à différents couples et positions sur le rail). Dans ce contexte, des outils de traitement de signal avancé comme l'interférométrie d'onde de coda (ou CWI : Coda Wave Interferometry en anglais) est utilisé ici afin de compenser la température. L'identification de la position du défaut pour une valeur de couple de force donnée est déterminée par l'erreur quadratique moyenne entre le signal d'intérêt et les signaux stockés dans le dictionnaire. Ces travaux constituent une étude de faisabilité de la méthode proposée. Les résultats préliminaires obtenus sont prometteurs pour le SHM des structures ferroviaires.

Méthodologie

Base d'apprentissage



Dictionnaire de référence:

$$D_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_{ij}(t) \quad N: \text{couples de forces}$$

Identification

$$MSE_j = \int_t [S_{test}(t) - D_j(t)]^2 dt$$

Indicateur d'identification

$$r_j = \frac{1}{MSE}$$

$\text{Max}(r_j) \rightarrow$ Position identifiée du défaut

Compensation de température par stretching

La forme d'onde perturbée est une version étirée dans le temps d'une forme d'onde de référence.

-> L'axe des temps du signal perturbé est étiré sur une plage de facteurs d'étirement (ϵ).

-> Le coefficient de corrélation R entre $u_{unp}(t)$ et la version étirée de la forme d'onde $u_{per}(t[1 + \epsilon])$ sur une fenêtre temporelle ($t_1; t_2$) est donné par: [3]

$$R(t_1, t_2)(\epsilon) = \frac{\int_{t_1}^{t_2} u_{unp}(t) \cdot u_{per}(t[1 + \epsilon]) dt}{\sqrt{\int_{t_1}^{t_2} u_{unp}^2(t) dt \cdot \int_{t_1}^{t_2} u_{per}^2(t[1 + \epsilon]) dt}}$$

Le coefficient de dilatation correspond à la valeur de α pour lequel $R(t_1; t_2)$ est max.

$$\alpha = \text{argmax}(R(t_1, t_2)(\epsilon))$$

Les signaux sont donc restretchés de cette valeur α pour compenser l'effet de température.

D'où l'intérêt du destretching afin de ramener les signaux avec la même dilatation.

$$u_{dest} = u_{per}(t[1 - \alpha])$$

Résultats et discussion

Configuration expérimentale

Emission:

Signal chirp [10 KHz :500 KHz] , T= 1ms

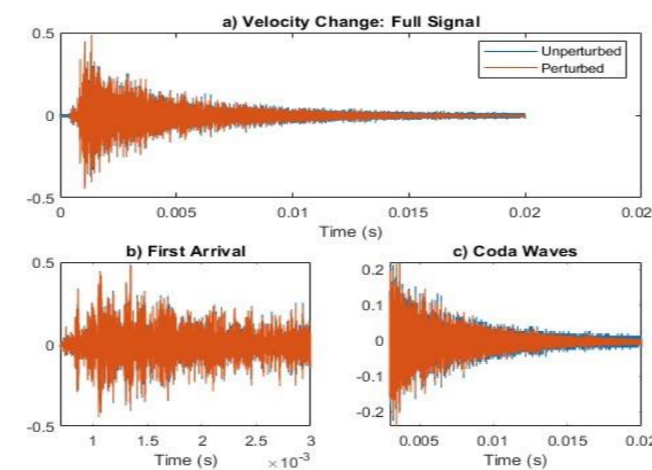


Fig 1: Comparaison des signaux (Paquets d'ondes, coda).



Fig 2: Banc de test expérimental.

Identification de défauts

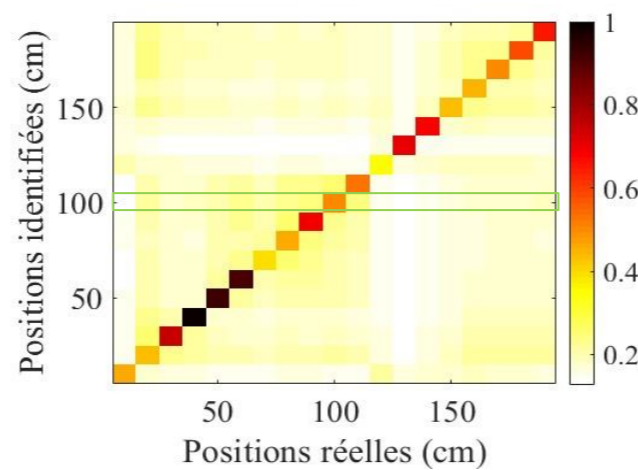
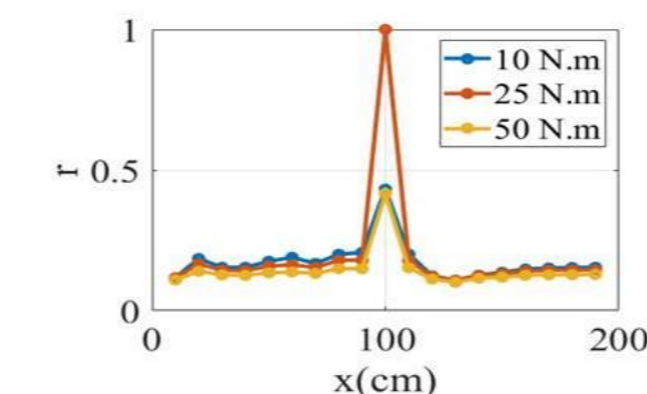


Fig 3: Matrice cohérente.



➡ Défaut correctement identifié

$$\frac{\text{max}(r)}{\text{moyenne}(r)}$$

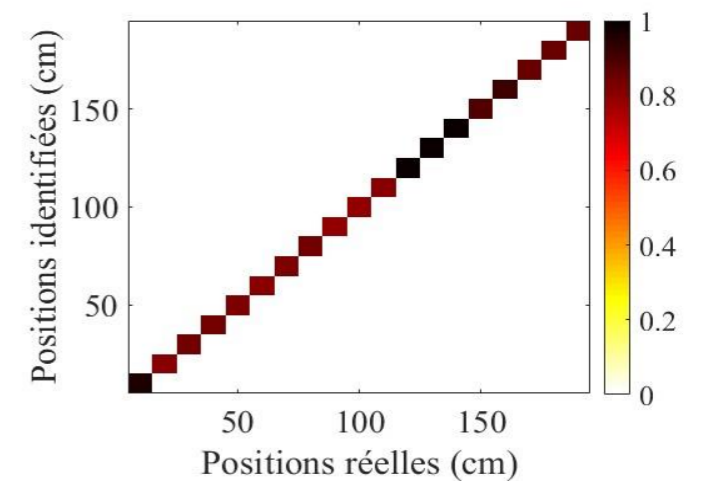
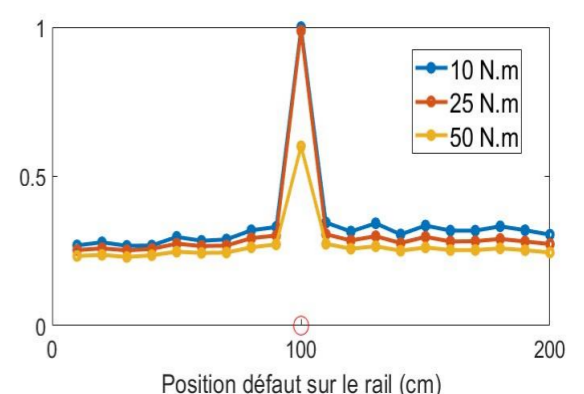


Fig 4: Matrice creuse

Après compensation de température



➡ Qualité de détection améliorée

Conclusions et perspectives

Conclusions:

Un algorithme d'identification de défauts basé sur l'utilisation d'une base d'apprentissage a été développé en se basant sur la CWI.

Travail en cours:

□ Apport des techniques d'intelligence artificielle tel que le SVM (Support Vector Machine).[2]

Bibliographie

[1] M.Farin et al. (2022). Monitoring saltwater corrosion of steel using ultrasonic coda wave interferometry with temperature control. *Ultrasonics*, 124, 106753.

[2] V. Thati, et al. (2021). Identification of ultra high frequency acoustic coda waves using deep neural networks. *IEEE Sensors Journal*, 21(18), 20640-20647.

[3] Singh, Jonathan, et al. (2019) "Coda wave interferometry for accurate simultaneous monitoring of velocity and acoustic source locations in experimental rock physics." *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 124.6: 5629-5655.

[4] L. Chehami et al. (2015), Extraction des fonctions de Green par corrélation de bruit : application pour la détection et l'imagerie de défaut dans des plaques minces réverbérantes. *Leb. Sci. J*, 16(1) :57-68.