



**HAL**  
open science

# Conception d'un réseau de capteurs acoustiques passifs pour un contrôle - santé intégré basse consommation et non - intrusif des structures aéronautiques et conduites de transport de fluides

Karl Hourany, Farouk Benmeddour, Emmanuel Moulin, Youssef Zaatar,  
Jamal Assaad

## ► To cite this version:

Karl Hourany, Farouk Benmeddour, Emmanuel Moulin, Youssef Zaatar, Jamal Assaad. Conception d'un réseau de capteurs acoustiques passifs pour un contrôle - santé intégré basse consommation et non - intrusif des structures aéronautiques et conduites de transport de fluides. 20th LAAS International Science Conference, Mar 2014, Liban. hal-01020421

**HAL Id: hal-01020421**

**<https://confremo.hal.science/hal-01020421>**

Submitted on 8 Jul 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.

# Conception d'un réseau de capteurs acoustiques passifs pour un contrôle-santé intégré basse consommation et non-intrusif des structures aéronautiques et conduites de transport de fluides.

K. Hourany<sup>1,2</sup>, F. Benmeddour<sup>2</sup>, E. Moulin<sup>2</sup>, Y. Zaatari<sup>1</sup> and J. Assaad<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Plateforme de Recherche en Nanosciences et Nanotechnologies, Université Libanaise, faculté des sciences 2, BP 90656 Jdeidet, Liban

<sup>2</sup>Institut d'Electronique de Microélectronique et de Nanotechnologie, Département Opto-Acousto-Electronique, Université de Valenciennes - Le Mont Houy - 59313 Valenciennes, France

[karl.hourany@gmail.com](mailto:karl.hourany@gmail.com), [farouk.benmeddour@univ-valenciennes.fr](mailto:farouk.benmeddour@univ-valenciennes.fr), [emmanuel.moulin@univ-valenciennes.fr](mailto:emmanuel.moulin@univ-valenciennes.fr), [yzaatar@ul.edu.lb](mailto:yzaatar@ul.edu.lb), [jamal.assaad@univ-valenciennes.fr](mailto:jamal.assaad@univ-valenciennes.fr)

**Résumé:** La corrélation d'un champ acoustique permet de caractériser un milieu de façon passive, cette étude a commencé à se développer depuis plusieurs années dans différentes applications de contrôle santé intégré (CSI). Une brève explication d'une étude faite précédemment pour la détection des endommagements dans une structure sera donnée puis une nouvelle méthode permettant de tester le degré de ressemblance entre les images temps-fréquence sera donnée. D'autre part, des résultats expérimentaux seront illustrés pour montrer le lien qui existe entre la corrélation et la fonction de Green.

**Mots-clés—**Corrélation, Contrôle Santé Intégré, Fonction de Green, Image temps-fréquence

## I. INTRODUCTION

Des travaux récents ont montré le potentiel prometteur d'une technique acoustique passive, basée sur la corrélation d'un champ acoustique non cohérent, pour le contrôle non destructif des structures [1]. Cette technique pourrait offrir l'opportunité d'un contrôle sur site, quasi temps réel, dans toutes les situations où un bruit acoustique ambiant adéquat existe. En outre, la recherche de la fonction de Green entre deux points, permet de caractériser le milieu entre ces deux points. L'idée est donc l'exploitation d'une méthode développée en sismologie [2] et en acoustique sous-marine, qui consiste la recherche de la fonction de Green entre deux points en calculant la fonction d'intercorrélation entre les champs reçus simultanément sur ces deux points et dans les conditions d'un champ diffus.

## II. LA CORRELATION DANS LE CSI

Le système est constitué d'un ensemble de paires de récepteurs acoustiques dits « de mesure ». L'intercorrélation des signaux au sein de chacune de ces paires permettra la détection d'un éventuel endommagement apparaissant dans son voisinage. Afin de s'affranchir des problèmes d'instabilité du champ acoustique ambiant, un (ou plusieurs) récepteur dit « de référence » est ajouté [3].

La nouvelle méthode est basée sur les minimums locaux présents dans les images temps-fréquence.

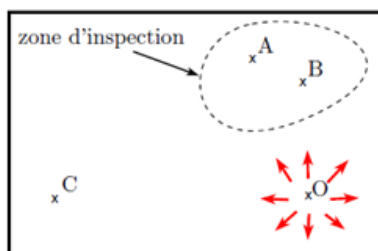


Figure 1 - Schéma descriptif

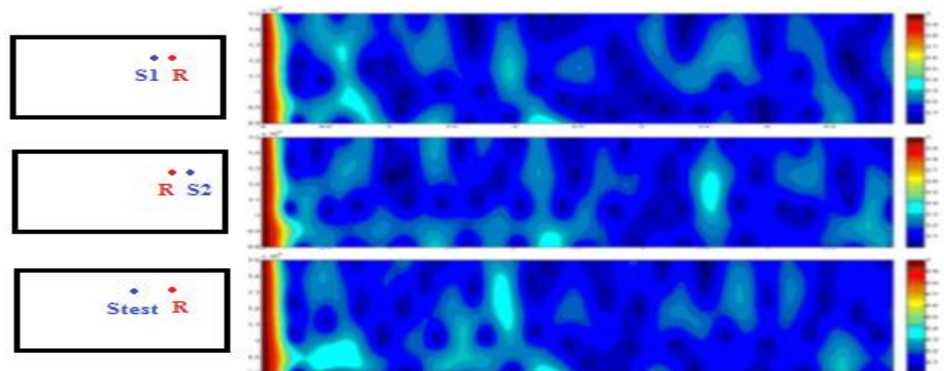


Figure 2 – Comparaison entre les images temps-fréquence (de l'autocorrélation du signal reçu sur le capteur de référence) obtenue pour les différentes configurations de la source (Configuration 1 pour la position S1, configuration 2 pour la position S2 et configuration test pour la position test)

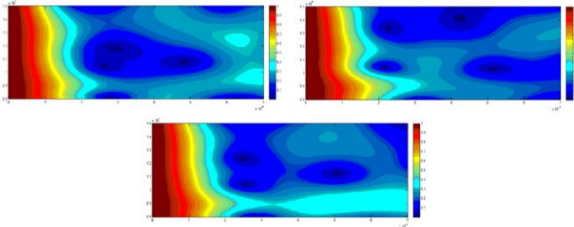


Figure 3 – Une partie de chaque image temps-fréquence précédente

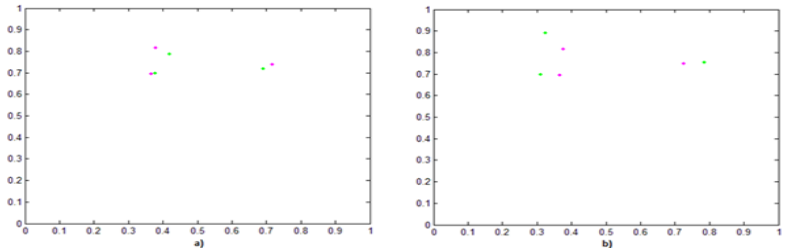


Figure 4 – Comparaison entre a) La configuration test (mauve) et la configuration 1 (vert), b) La configuration test (mauve) et la configuration 2 (vert)

### III. LA CORRELATION ET LA FONCTION DE GREEN

L'extraction la fonction de Green entre deux points à partir de la fonction d'intercorrélation d'un champ diffus permet remonter à la même information qu'avec une méthode active, mais sans avoir besoin d'une source. C'est le passage du contrôle actif au contrôle passif.

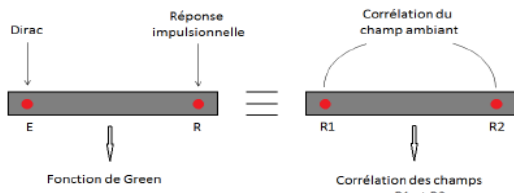


Figure 5 – Equivalence entre la fonction de Green la corrélation

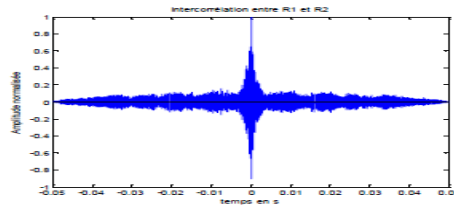


Figure 6 – Amplitude normalisée de l'intercorrélation entre R1 et R2

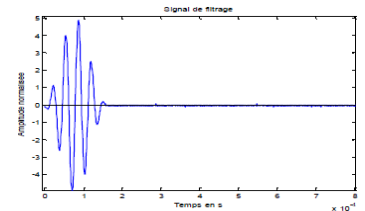


Figure 7 – Signal de filtrage de fréquence centrale 30KHz

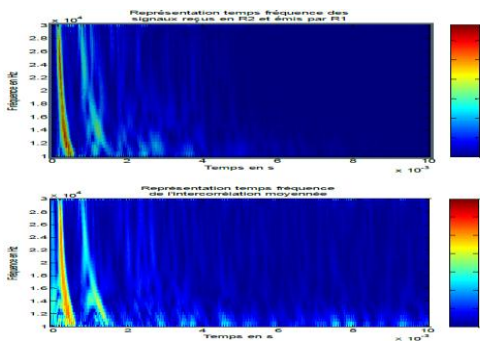


Figure 8 – Comparaison entre les images temps fréquences lorsque l'émetteur est un générateur de bruit



Figure 9 – Compresseur

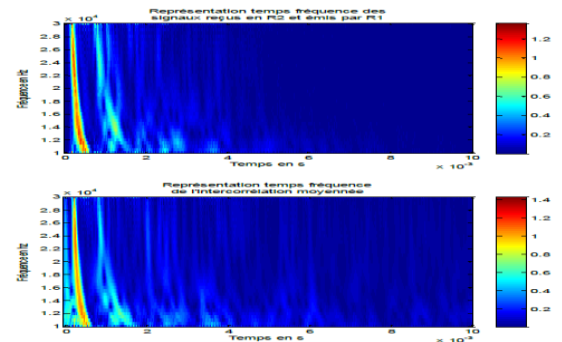


Figure 10 – Figure 8 – Comparaison entre les images temps fréquences lorsque l'émetteur est le compresseur

### IV. CONCLUSION

Une nouvelle méthode pour tester le degré de ressemblance entre les images temps fréquence a été donnée puis on a vu dans l'étude expérimentale que malgré les imperfections dues aux conditions réelles d'application (champ non diffus), il est toujours possible de faire un Contrôle Santé Intégré (CSI) en mesurant la fonction d'intercorrélation.

### REMERCIEMENT

Les auteurs libanais remercient l'Université Libanaise pour le support financier de ces travaux de recherche

### REFERENCES

[1] E. Moulin, N.Abou.Layla., J. Assaad and S. Grondel, "Applicability of acoustic noise correlation for structural health monitoring in nondiuse eld conditions," Appl. Phys. Lett. 95, 094104 (2009).  
 [2] N. M. Shapiro, M.C., L. Stehly, and M. Ritzwoller, "High-resolution surface-wave tomography from ambient seismic noise," Science 29, 1615-1617 (2005).  
 [3] Najib Abou Leyla, E.M., Jamal Assaad, *Contrôle-santé de structures aéronautiques par corrélation de champ acoustique ambient : principe, conditions d'application et voies d'optimisation* 10ème Congrès Français d'Acoustique Lyon, 12-16 Avril 2010.