RECUPERATEUR D'ENERGIE VIBRATOIRE UTILISANT LE DOUBLEUR DE CHARGES A CONTACTEURS MECANIQUES

M. A. Ben Ouanas[1,2], H. Samaali[1,2], P. Basset[1] and F. Najar[2]
[1]Univ. Paris-Est, France, [2]Univ. De Carthage, Tunisie

Ce projet a pour objectif de présenter un nouveau récupérateur d'énergie vibratoire basé sur le principe de dédoublement de charges. Pour ce faire, nous utilisons des contacteurs mécaniques à la place des diodes utilisées jusque-là. En 1787, Bennet a proposé le principe de dédoublement de charges par un enchainement de contacts entre 3 plaques [1]. Récemment, Queiroz a utilisé ce principe d'enchainement pour des applications de récupérations d'énergie vibratoire en utilisant des diodes [2]. Dans le dispositif que nous proposons, nous démontrerons et testerons un récupérateur d'énergie vibratoire basé sur ce principe de multiplication de charge et utilisant des contacteurs mécaniques, afin d'éliminer les problèmes dues à l'utilisation de ces diodes tels que les courant de fuites et la tension seuil.

Le nouveau dispositif est présenté en *fig.1*. Il est composé par 3 électrodes *A*, *B* et *C* formant 2 capacités variables antisymétriques C_{ab} et C_{bc}. Le 1er varie entre 13pF et 68pF alors que le 2ème est entre 25pF et 58Pf. Les vibrations extérieures induisent la translation de l'électrode centrale. Son déplacement est limité par 2 butées de fin de courses S1 et S2 qui jouent aussi le rôle de contacteurs mécaniques. Le 3ème contacteur est positionné près de S1.

La *fig.2* représente le circuit électrique équivalent de notre dispositif. Le système peut fonctionner autant avec les diodes qu'avec les contacteurs mécaniques. Une capacité C_{res} est ajoutée au circuit pour le stockage de l'énergie récupéré. Pour la caractérisation, nous ajoutons un suiveur haut impédance en sortie qui ajoute 10pF au circuit.

Quant à son cycle de fonctionnement, il est décrit en *fig.3*. Plus de détails se trouvent dans [3]. Le déplacement de l'électrode centrale B induit une variation antisymétrique des capacités et chaque position extremum correspond à une configuration des contacteurs modélisable en circuit électrique qu'on retrouve dans le circuit équivalent global

Les essais ont été réalisés sous *8Hz*, *0.5g*$_{rms}$ d'excitation. On voit sur la *fig. (4a, b)* la réponse de variation de capacité de C_{ab} et de C_{bc} respectivement. Suite à ces courbes, on peut aussi valider notre modèle numérique qui s'est basé sur le circuit de la *fig.2*. Sur la *fig.5*, on voit que le dispositif utilisant les contacteurs mécaniques est plus rapide que celui utilisant les diodes sous les mêmes conditions d'utilisation. En effet, notre nouveau doubleur de charge atteint les *40V* (voltage maximal visible) après *47s* contre *85s* pour l'ancienne technologie utilisant les diodes.

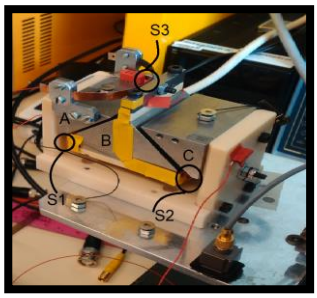

Figure 1 : dispositif de récupération d'énergie vibratoire

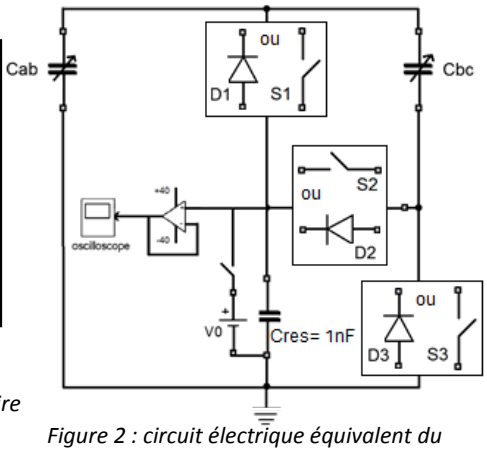

Figure 2 : circuit électrique équivalent du récupérateur d'énergie vibratoire

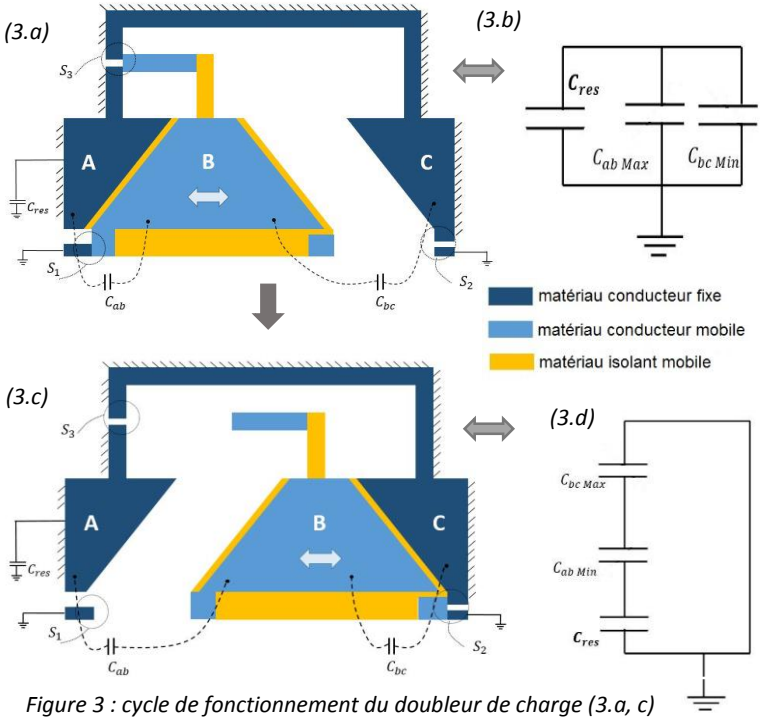

Figure 3 : cycle de fonctionnement du doubleur de charge (3.a, c) représenté par les 2 étapes et les circuits électrique équivalent (3.b, d)

[1] A. Bennet and R. Kaye, Philosophical Trans. of the Royal Society of London, Vol.77 (1787)
[2] de Queiroz, A. C. M. (2010, August). Electrostatic vibrational energy harvesting using a variation of Bennet's doubler. In Circuits and Systems (MWSCAS), 2010 53rd IEEE International Midwest Symposium on (pp. 404-407). IEEE
[3] Ouanes, M. B., Lu, Y., Samaali, H., Basset, P., & Najar, F. (2016, November). Design and test of a Bennet's doubler device with mechanical switches for vibrational energy harvesting. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 773, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.

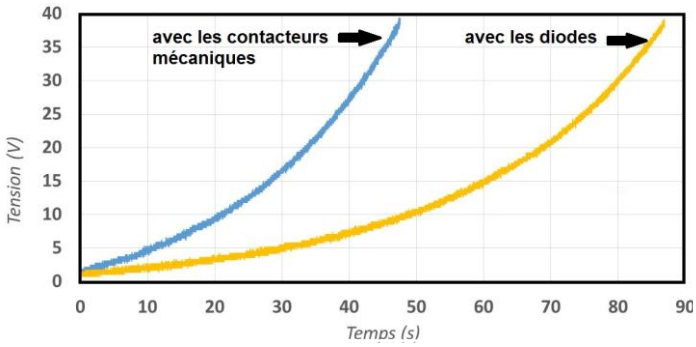

Figure 5 : mesure de la variation de la tension dans Cres pour les 2 configurations avec une tension d'initialisation de 1V

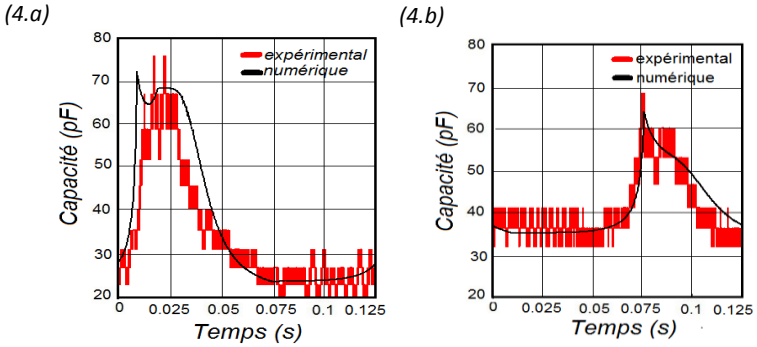

Figure 4 : Mesure de variation de capacité dynamique sous 8Hz et 0,5g de C_{ab} (4.a) et C_{bc} (4.b) incluant une capacité parasite de 10pF. Le modèle numérique est aussi superposé