

Caractérisation des Rebonds Mécaniques d'un Contacteur

A. Ramzi^{1,2}, A. Schach², M. Chnani², E. Carvou¹

¹ IPR Université de Rennes 1, 263 Avenue Général Leclerc, 35700 Rennes

² SAFRAN (Zodiac AeroElectric), 7 Rue des Longs Quartiers, 93100 Montreuil

mél : asma.ramzi@univ-rennes1.fr

Résumé

Dans cette étude nous cherchons à caractériser les rebonds mécaniques d'un contacteur de puissance pour utilisation aéronautique. En effet, lors d'une fermeture de contacts, des rebonds mécaniques se produisent, pouvant provoquer un amorçage d'arc électrique. Cela peut entraîner de graves problèmes, tels que le soudage et l'érosion des contacts. Les caractéristiques de ces rebonds dépendent de plusieurs paramètres, parmi lesquels la force de fermeture, la nature du matériau de contact, la forme des contacts ainsi que des caractéristiques du circuit électrique.

Dans les contacteurs de puissance, la cinématique du contact produit des vibrations à l'ensemble de tout le système. Cela complique la détection des rebonds mécaniques, en introduisant des perturbations extérieures au contacteur seul. Pour remédier à ce problème, nous combinons simultanément deux méthodes de caractérisation des rebonds. La première méthode s'appuie sur l'utilisation de deux capteurs de déplacement, un placé pour mesurer le déplacement du contact mobile et l'autre, la vibration du contacteur par rapport au bâti. En utilisant un programme d'ajustement, on calcule le déplacement absolu du contact mobile par rapport au contact fixe et on déduit les paramètres des rebonds (force, longueur, durée, forme). La deuxième méthode consiste à utiliser l'imagerie rapide, qui permet de visualiser le déplacement du contact mobile par rapport au contact fixe.

La corrélation entre les deux méthodes permet d'avoir une caractérisation fiable des rebonds.

L'objectif après cette étude est de conduire à la reproduction de ces rebonds dans un banc de test de soudure. Ce banc de test permettra de contrôler les conditions lors de la fermeture des contacts, de tester différentes natures de matériaux de contacts et d'étudier leur comportement vis-à-vis de la soudure sans avoir à fabriquer et tester de nombreux contacteurs.

I. Introduction

Les industriels aéronautiques travaillent sur l'électrification de différents composants d'avion afin d'améliorer ses performances et d'avoir plus de rendement et une maintenance avion plus aisée. Ainsi, les contacteurs jouent un rôle majeur dans un réseau électrique d'avion, en effet, ils doivent assurer la fourniture d'une puissance importante.

Le phénomène de collage des contacts électrique est considéré parmi les modes de défaillance les plus importants des contacteurs. Plusieurs recherches ont été faites sur ce soudage indésirable, montrent que les paramètres responsables de ceci sont nombreux et dépendent les uns des autres[1][2][3][4][5][6]. Pour notre étude, nous commençons par la caractérisation des rebonds mécaniques produits au niveau du contacteur échantillon, pour pouvoir les reproduire dans le banc de test de soudure.

II. Banc expérimental

Un dispositif d'essai pour caractériser les rebonds mécaniques a été mise en place. La figure 1 montre le schéma qui lui correspond.

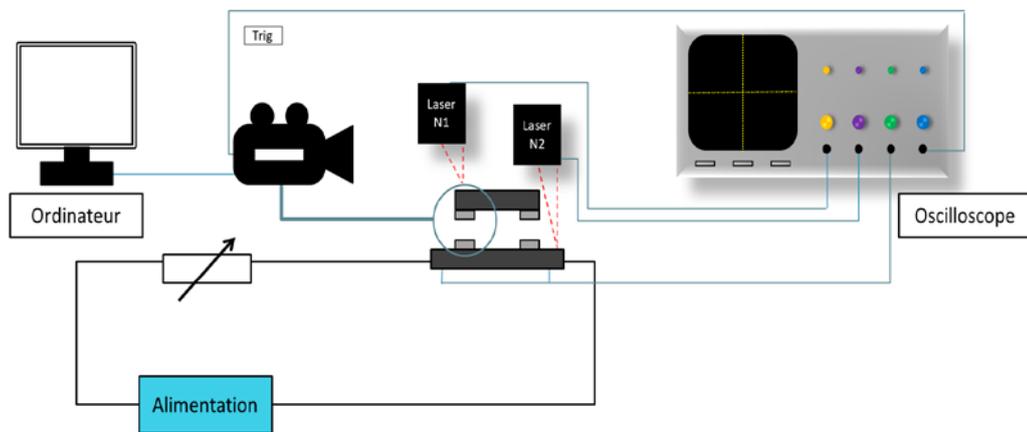


Figure 1 : Schéma du dispositif de mesure de rebonds

Dans cette expérimentation, un capteur de déplacement (Laser N1) détecte le déplacement du contact mobile et un autre (Laser N2) détecte les vibrations de l'ensemble du contacteur dues à la cinématique du contact. Une caméra rapide est installée au-dessus des contacteurs permettant de filmer la fermeture des contacts électrique.

La fermeture du contacteur se fait sous une tension de 42V avec un courant de 10A, la présence de courant pouvant influencer la dynamique de fermeture du contact. La mesure de

la tension montre l'instant d'apparition des arcs électriques. Ceci permet d'observer si les arcs se produisent en même temps que les rebonds mécaniques détectés par les capteurs de déplacement.

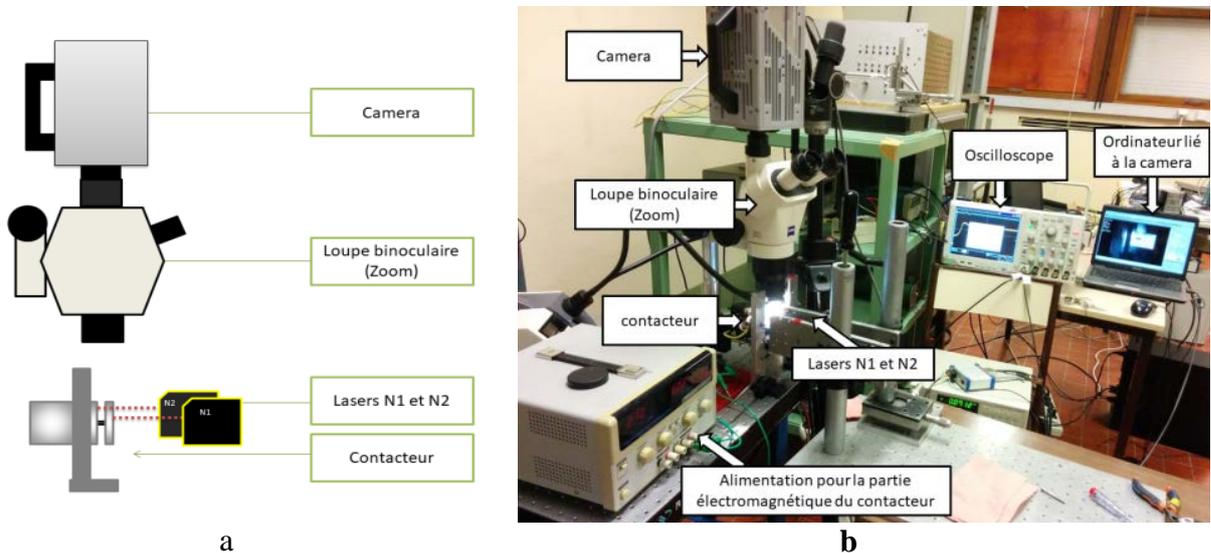


Figure 2 : a). Emplacement de la caméra et les deux lasers par rapport au contacteur
 b) Différents composants du banc expérimental pour mesurer les rebonds

Les contacts électriques utilisés dans ce test sont à base d'AgSnO₂ 10WPD, matériau connu pour son pouvoir anti soudure.

III. Résultats et discussion:

Les profils de déplacements des contacts mobiles et fixe, et la trace de tension obtenus à partir de la fermeture du contacteur, sont présentés sur la figure 3.

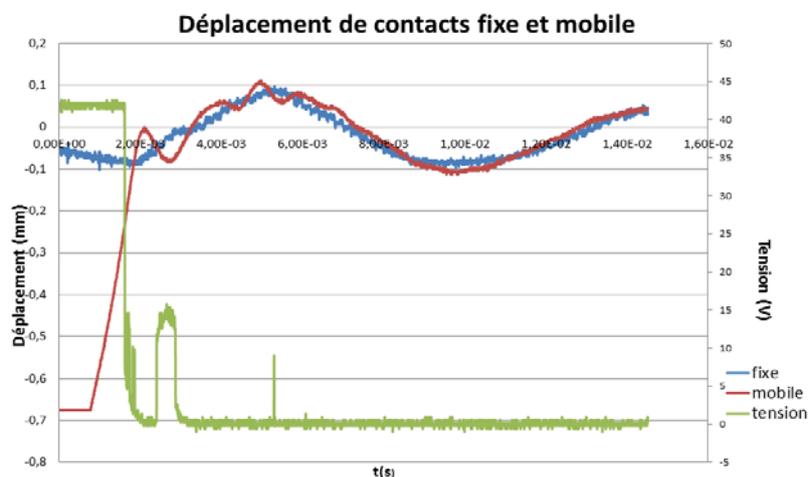


Figure 3: Trace de tension et déplacement de contact mobile et fixe lors de la fermeture.

Ce test montre que tout le système (contacts fixe et mobile) subi une vibration provoquée lors du contact (figure 4 (a)). Sur la courbe de mesure de déplacement de contact mobile, un rebond apparaît juste après le premier contact provoquant un arc électrique (figure 3).

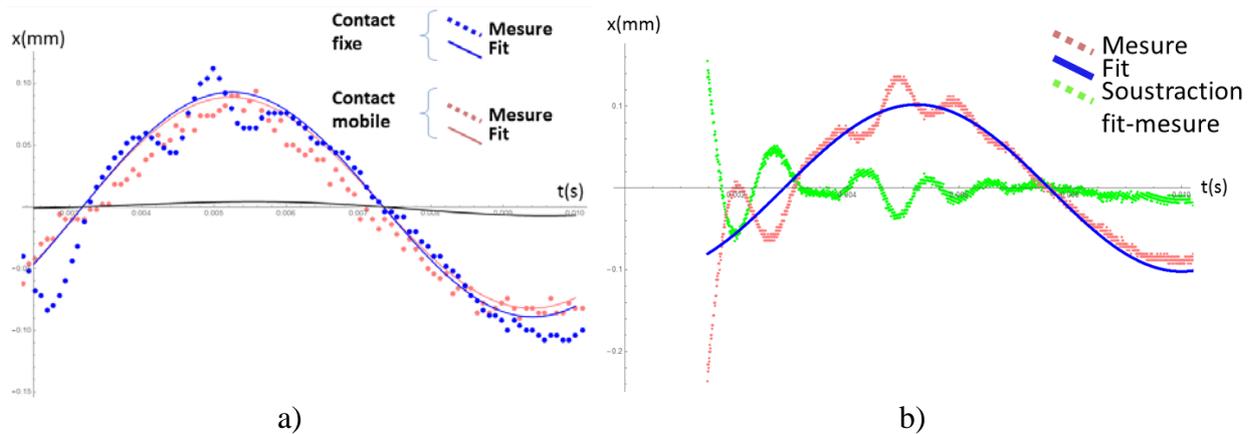


Figure 4: courbe de déplacement des contacts fixe et mobile. b) Rebond mécanique par Soustraction fit-mesure.

Les courbes d'ajustement des deux mesures de déplacement de contact fixe et mobile correspondent. Le profil absolu du rebond est obtenu par soustraction de mesure de déplacement et le fit, ce profil correspond à un partie d'une solution d'un modèle mécanique de rebond : $x(t) = a * \sin[2\pi f t + \phi]$, avec $a=70\mu\text{m}$; $f=530\text{Hz}$. Cette fonction nous permet d'extraire toute les caractéristiques nécessaires pour les simuler avec le banc de test de soudure (figure 5).

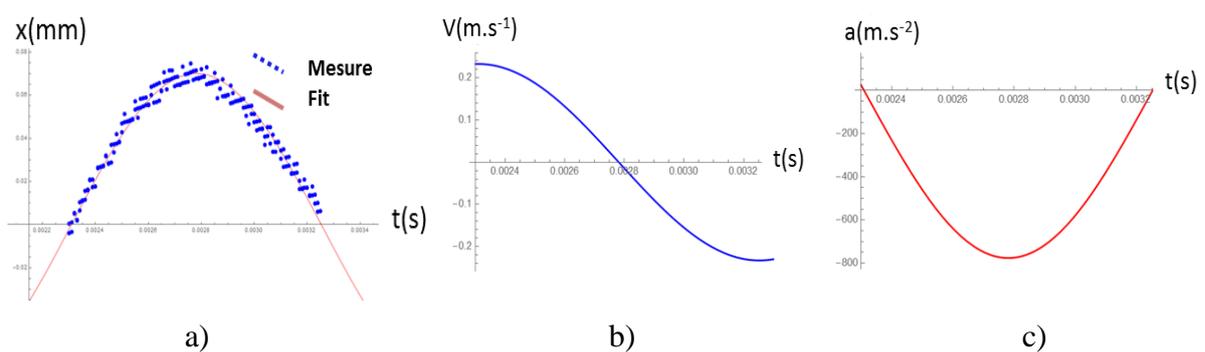


Figure 5 : a) Rebond mécanique, b) Vitesse du rebond, c) Accélération du rebond

La figure 6 représente le déplacement des contacts fixe et mobile obtenu par imagerie rapide, le principe de cette méthode s'appuie sur la détermination des coordonnées des pixels correspondants à la position des deux parties des contacts électrique en fonction du temps.

Cette méthode est complémentaire, elle permet de valider les résultats présentés précédemment.

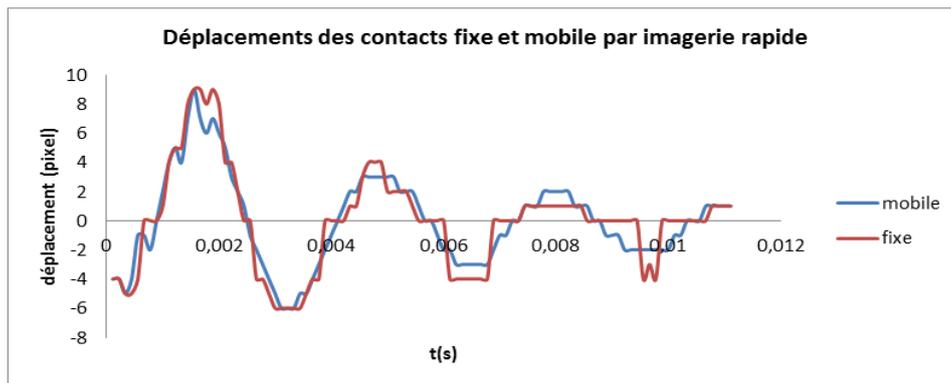


Figure 6 : Déplacement de contact mobile et fixe obtenu via l'imagerie rapide

IV. Conclusion

Dans cette étude, les caractéristiques de rebonds mécaniques produits lors de la fermeture des contacts électriques ont été mesurées à l'aide des deux méthodes de caractérisation évoquées précédemment. Le rebond mesuré a une durée de ~ 2 ms, une hauteur de $70\mu\text{m}$. Ceci nous permettra de reproduire ces rebonds dans le banc de test approprié à l'étude du phénomène de soudure, en se mettant dans conditions réelles de fonctionnement d'un contacteur pour application aéronautique.

V. Bibliographie :

- [1] L. FÉCHANT et P. TIXADOR, *Matériaux conducteurs et de contact électrique*. 2003.
- [2] Z. Chen et G. Witter, « Dynamic welding of silver contacts under different mechanical bounce conditions », in *Electrical Contacts, 1999. Proceedings of the Forty-Fifth IEEE Holm Conference on*, 1999, p. 1–8.
- [3] M. Braunovic, V. V. Konchits, et N. K. Myshkin, *Electrical Contacts: Fundamentals, Applications and Technology*. 2006.
- [4] J. W. McBride, « Electrical contact bounce in medium-duty contacts », *IEEE Transactions on Components, Hybrids, and Manufacturing Technology*, vol. 12, n° 1, p. 82-90, mars 1989.
- [5] Z. K. Chen et G. J. Witter, « A Study of Dynamic Welding of Electrical Contacts with Emphasis on the Effects of Oxide Content for Silver Tin Indium Oxide Contacts », in *2010 Proceedings of the 56th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts*, 2010, p. 1-6.
- [6] E. YEE KIN CHOI, « Étude des arcs et de leurs conséquences sur les matériaux de contacts électriques de puissance pour des applications DC », THÈSE, UNIVERSITÉ DE RENNES 1, Rennes, 2015.