

## Développement et caractérisation d'un moyen d'essais aux chocs

**Auteur :** Vandenbroucke, Maxime

**Promoteur(s) :** GolINVAL, Jean-Claude

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme :** Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité approfondie

**Année académique :** 2015-2016

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/1401>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

# Développement et caractérisation d'un moyen d'essais aux chocs

Maxime VANDENBROUCKE

Promoteur académique : Jean-Claude GOLINVAL

Promoteur industriel : Frédéric MARIN

Ingénieur Civil en aérospatiale

Année académique 2015-2016

---

## Résumé

L'environnement vibratoire auquel est soumise la structure d'un satellite ainsi que son matériel électronique embarqué, est particulièrement sévère. L'utilisation de dispositifs pyrotechniques (pour effectuer certaines opérations de vol) est à l'origine de chocs pyrotechniques qui se propagent dans la structure. Ces chocs ont engendré par le passé de nombreux dysfonctionnements, ce qui justifie le fait de devoir préalablement tester les composants spatiaux à une sollicitation semblable.

Le présent travail consiste à concevoir dans son intégralité une machine permettant de simuler l'effet d'un choc pyrotechnique sur un spécimen à tester. L'impact d'une plaque massive d'aluminium sur sa tranche par un marteau pendulaire, permet de produire une réponse en son extrémité (où sera placée une pièce à tester), dont le spectre de réponse au choc est typique d'un choc pyrotechnique. Différents paramètres sont modifiables, tels que la masse du marteau, sa hauteur de chute, ou encore les matériaux mis en contact lors du choc, car ils ont une influence sur la durée et la force de l'impact et modifient par conséquent le spectre de réponse au choc mesuré. Il s'agit alors d'ajuster correctement la valeur de ces paramètres afin de se rapprocher le plus possible d'une spécification donnée. L'utilisation de barres fixées sur la plaque est également nécessaire, afin de contrôler l'amortissement de la réponse et d'ainsi pouvoir être davantage conforme avec les spécifications à respecter.

En parallèle à cette phase de tests expérimentaux qui permet de caractériser la machine, se mène celle de la modélisation par éléments finis de la plaque, permise grâce à une analyse modale expérimentale. Le but est de recalculer au mieux le comportement dynamique de la plaque afin d'obtenir des résultats similaires lorsqu'on simule l'effet d'une force sur la plaque et qu'on en calcule la réponse grâce à la méthode de superposition modale. La précision relativement élevée des résultats par rapport aux spectres de réponses aux chocs obtenus expérimentalement, permet de se fier au modèle et de pouvoir ainsi déterminer à l'avance la durée du choc ainsi que la force nécessaire afin d'être conforme à une spécification donnée.

# Illustrations



FIGURE 1 – Machine d'essais aux chocs construite



FIGURE 3 – Marteau pendulaire

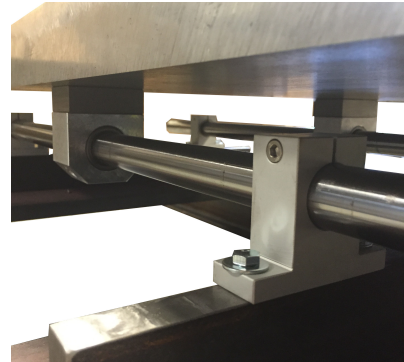


FIGURE 2 – Assemblage de la plaque sur ses paliers

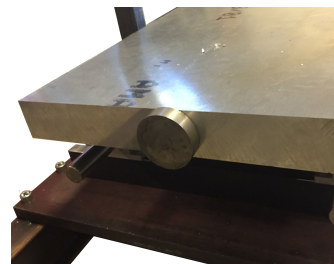


FIGURE 4 – Plaque réceptrice d'impact interchangeable

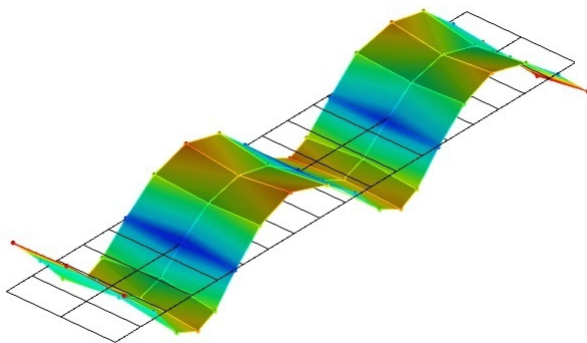


FIGURE 5 – Analyse modale expérimentale de la plaque

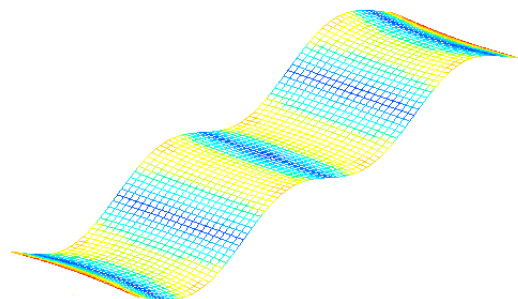


FIGURE 6 – Recalage du comportement dynamique de la plaque

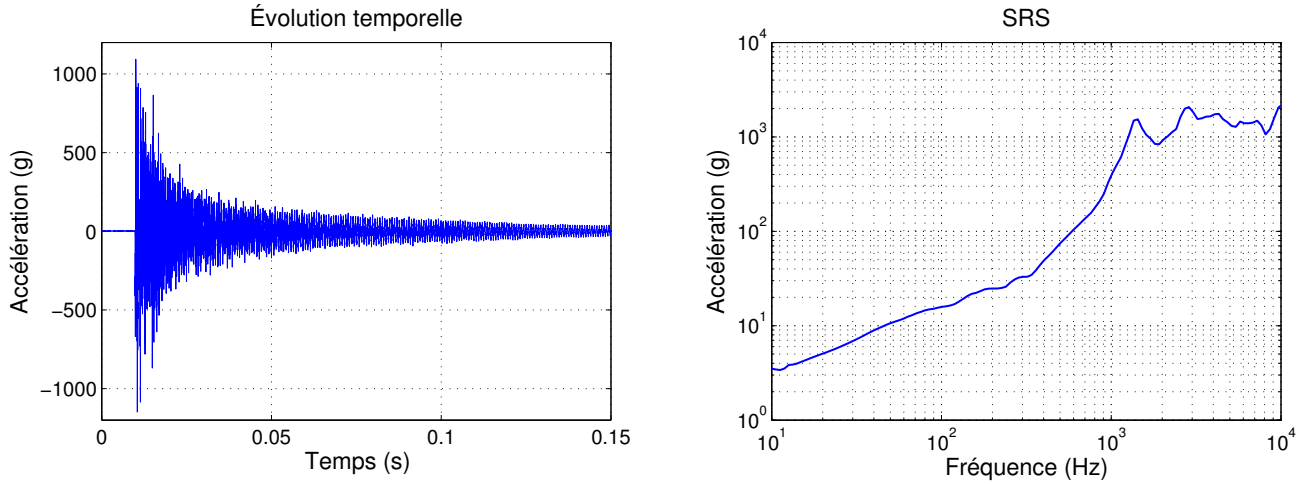


FIGURE 7 – Réponse temporelle mesurée en bout de plaque et spectre de réponse au choc associé, pour un marteau de 3 kg lâché d'un angle de  $30^\circ$

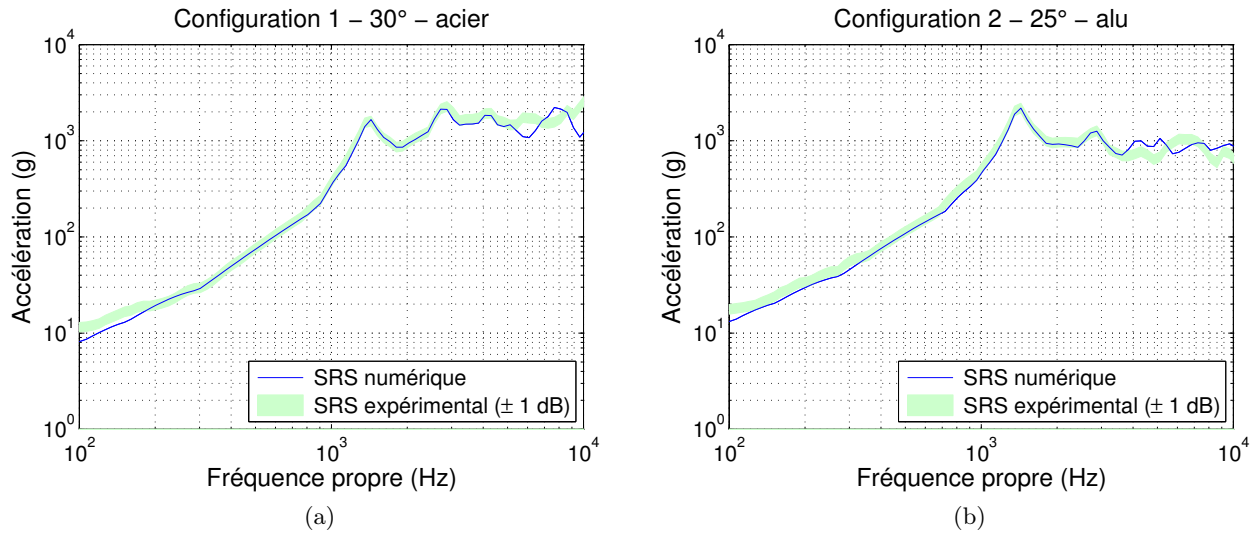


FIGURE 8 – Comparaison des SRS numériques et expérimentaux (a) marteau de 3 kg lâché d'un angle de  $30^\circ$  sur l'enclume en acier (b) marteau de 6 kg lâché d'un angle de  $25^\circ$  sur l'enclume en aluminium

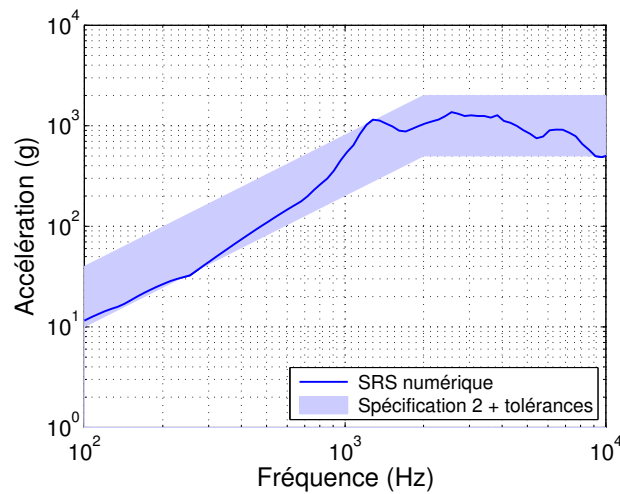


FIGURE 9 – Adaptation des paramètres du choc pour respecter une spécification réelle