

Mise en contexte

Les constructeurs des navires intègrent un grand nombre de systèmes qui sont responsables des vibrations tonales. L'ensemble des bruits solidiens générés par les systèmes vibrants à bord des navires (SBN Structure Borne Noise) représente la principale source de bruit provenant d'un navire en navigation [1] [2].

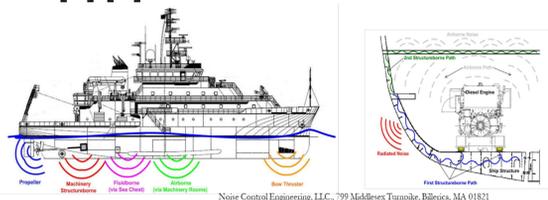


FIGURE 1 – Sources et chemins de transfert de bruit dans un navire [1]

Problématique

Le SBN perturbe le comportement des mammifères marins vulnérables tels que les bélugas et les baleines, qui utilisent les sons pour communiquer, naviguer, s'alimenter et se reproduire [1] [2] [3].



FIGURE 2 – Effets du bruit sous-marin des bateaux sur mammifères marins [3]

Objectifs

L'objectif général de ce projet est d'identifier les voies dominantes de la transmission des vibrations dans les navires afin d'atténuer certains types de bruits ou de vibrations indésirables.

- Définir les systèmes vibrants dominants dans les navires, tel que les moteurs de propulsion
- Identifier les chemins de transfert et les fréquences dominantes
- Proposer des solutions en apportant des modifications à la source, à la structure réceptrice et/ou aux joints de connections

Méthodologie suivie

La modélisation complète en éléments finis d'un navire est trop complexe et fastidieuse. En fait, les méthodes d'ingénieries TPA (Transfer Path Analysis) [4] permet de prédire le comportement dynamique global d'une structure complexe.

- Identifier, modéliser et comparer les méthodologies les plus prometteuses qui ont été développées récemment pour améliorer les prédictions SBN à partir des techniques TPA et CB-TPA basées sur les composants [5]
- Développer un banc d'essai en laboratoire pour tester les méthodes SBN pour le système d'intérêt (moteur de propulsion) et évaluer les méthodes les plus prometteuses afin d'assurer leur robustesse et leur précision
- Développer un outil implémentant les différentes méthodes SBN

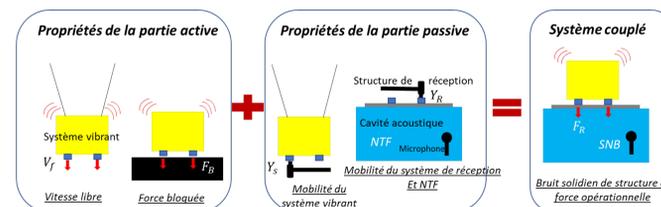


FIGURE 3 – Estimation du SBN à partir des propriétés passives et actives des sous-systèmes avec la méthode TPA à base de composants [5]

APPLICATION OF THE TPA FOR STRUCTURE-BORNE SOUND

Matrix Inversion Method (TPA) & In Situ Method (Coupled - TPA)

The n (4pts*6DOF) operational forces are calculated from m (16pts*6DOF) indicators u_{sb} (where $m \geq n$) added on the passive system near the operational forces to allow their observation¹.

$$\begin{cases} \{f_s\} \\ \{u_{sb}\} \end{cases} = [H]^{-1} \begin{cases} \{f_s\} \\ \{u_{sb}\} \end{cases}, \quad \begin{cases} \{f_s\} \Rightarrow \text{Transmitted forces (operational loads) - Unknown} \\ \{u_{sb}\} \Rightarrow \text{Response vector near connection points (receiver side)} \\ [H] \Rightarrow \text{FRF matrix} \end{cases}$$

TPA Equation & Validation $\rightarrow [H_{34}] \{f_s\} = \{u_4\}$

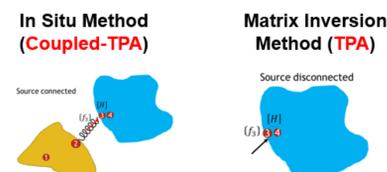
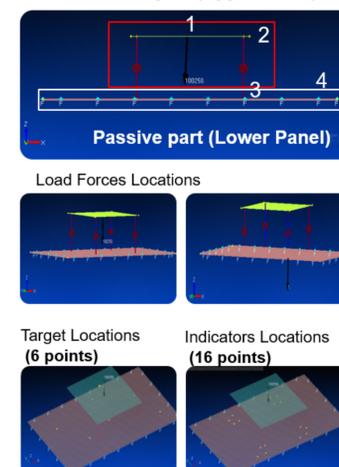


FIGURE 4 – Exemple académique d'application des méthodes TPA



Résultats préliminaires

RESULTS : TPA INVERSION MATRIX METHOD (TARGET NO 2)

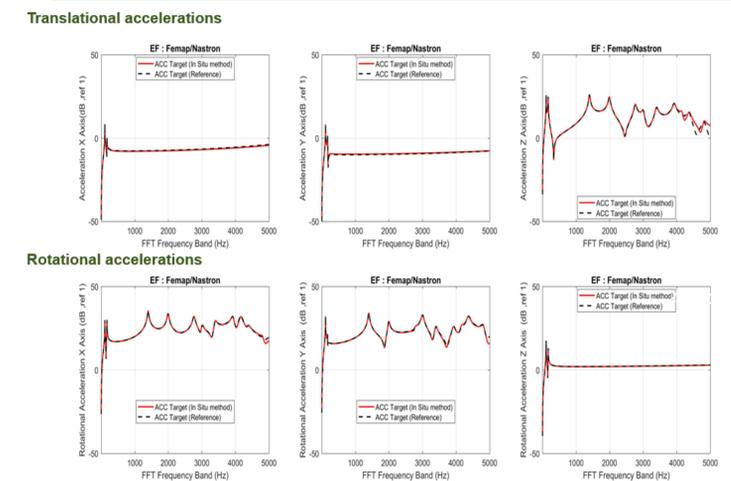


FIGURE 5 – Exemple académique d'application des méthodes TPA

Conclusion

Les bruits (SBN) gênants pourraient être atténués si les systèmes vibrants, les structures de réception et les interfaces entre eux étaient bien spécifiés et conçus lors de la phase de développement du produit

Les méthodes d'ingénieries TPA, une fois bien implémentées, permettent d'identifier les origines du bruit, des vibrations et de la dureté (NVH Noise, vibration, and harshness) dans les véhicules

Références

- [1] Raymond W. Fischer, Kurt Yankaskas, and Chris Page. Noise induced hearing loss mitigation via planning and engineering. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 135(4) :2374–2374, 2014.
- [2] ANTHONY HAWKINS. Effects of noise on aquatic life : The key issues. *Bioacoustics*, 17(1-3) :6–10, 2008.
- [3] Marine Connection. Effects of underwater noise on cetaceans, Aug 2020.
- [4] Maarten V van der Seijs, Dennis de Klerk, and Daniel J Rixen. General framework for transfer path analysis : History, theory and classification of techniques. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 68 :217–244, 2016.
- [5] Simon Prenant, Valentin Rolland, Thomas Padois, Raef Chérif, Manuel Etchessahar, Richard Klop, Sebastien Laurier Chapleau, Thomas Dupont, and Olivier Dautres. Using transfer path analysis methods for assessing the velocity response on a plate generated by a dummy vibratory source. 2019.