

Les assemblages amortissent

Xavier Camiel,
CETIM,
52, avenue Félix Louat,
BP 80067,
60304 Senlis CEDEX,
tél. : 03 44 67 33 46,
e-mail : xavier.carniel@cetim.fr

Soudés, boulonnés, rivetés, fixés : les assemblages mécaniques peuvent jouer un rôle dans le comportement vibroacoustique. C'est ce qu'a démontré le projet européen Brite – Oscar.

Utilisez les assemblages pour diminuer les bruits et les vibrations ! Tel est le mot d'ordre lancé en conclusion du programme européen Brite – Oscar (Optimization of structural connections for noise and vibration reduction). Ce projet, rassemblant douze partenaires dont le Cetim, a en effet démontré que les assemblages mécaniques peuvent introduire une dose non négligeable d'amortissement ou d'isolation vibratoire dans diverses structures. Les résultats sont d'ores et déjà applicables par l'ensemble des mécaniciens : des méthodes de caractérisation des performances vibroacoustiques, des modèles numériques et un nouveau concept d'assemblage nommé « smart joints ».

Caractériser les performances vibroacoustiques

Une des premières tâches d'Oscar a consisté à qualifier les assemblages en fonction de leurs performances vibroacoustiques. Les méthodes de mesure développées permettent de constater des écarts significatifs de performances selon la nature des assemblages, leur mise en œuvre et le domaine de fréquence considéré. Le Cetim a développé un banc d'essai nommé « twin-plate ». Avec ce montage, on teste l'assemblage entre deux plaques planes que l'on fait vibrer dans un cadre métallique. Un vibromètre laser recueille des données pour calculer différents paramètres : coefficient d'absorption, dissipation de l'énergie vibratoire, réduction du niveau vibratoire.

Les performances varient selon plusieurs facteurs : le type d'assemblage (boulonné, riveté, soudé, collé...) et sa géométrie (plane ou d'angle), le matériau et l'épaisseur des

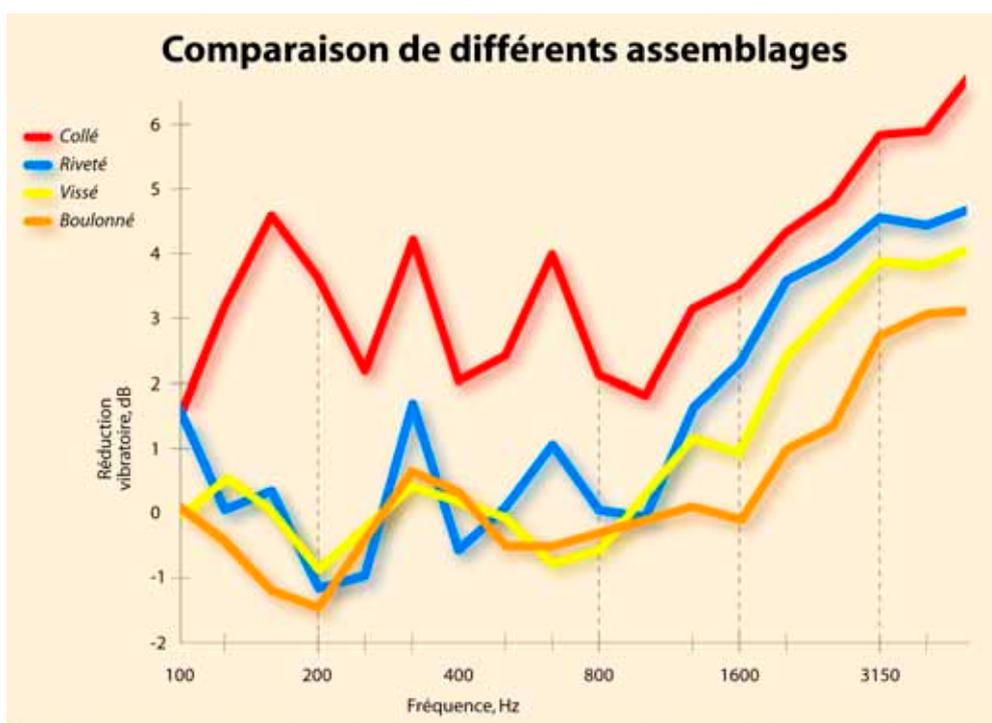


Fig. 1 : Comparaison de l'amortissement entre différents assemblages

plaques, l'épaisseur de la couche de colle éventuelle, la nature des fixations ou du soudage, l'espace des points de fixation ou de soudure et la longueur de recouvrement.

À retenir

Appliquez les résultats d'Oscar

Plusieurs résultats obtenus dans le cadre de ce projet européen sont immédiatement applicables en mécanique :

- optimisation, choix d'un assemblage à l'aide du banc Twin-plate
- réduction du bruit transmis par les petits moteurs thermiques, en particulier pour les engins de jardinage
- réduction du bruit transmis par les tuyauteries de pompes, compresseurs, échappements de moteurs
- modélisation numérique des assemblages dans la simulation de structure mécaniques

Pour les assemblages traditionnels, ces paramètres restent sans influence en deçà de 500 Hz. Quatre classes d'assemblages ont été établies en fonction de leur amortissement : supérieur à 8 dB, compris entre 4 et 8 dB, compris entre 2 et 5 dB, inférieur à 2 dB. D'une manière générale, les performances augmentent avec l'espacement entre les points de fixation. Les tôles fixées par de la colle, qui introduit un amortissement, montrent les meilleures performances vibroacoustiques. Une base de données rassemble les résultats obtenus sur une vingtaine d'assemblages en fonction des classes d'amortissement et des gammes de fréquences.

Vers des assemblages « intelligents »

Oscar a également conduit à la mise au point de « smart joints », des assemblages qui intègrent dès leur conception, des propriétés d'amortissement vibroacoustique grâce à l'introduction de matériaux viscoélastiques. Ils s'adressent en priorité aux éléments de faibles épaisseurs. Six types différents ont été testés en extension et en cisaillement : les simples, anglés, assistés, en bout, emboîtés, verrouillés. Ils possèdent tous leur modèle numérique validé par des essais sur le banc Twin plate. On peut ainsi prévoir leur comportement et adapter leurs caractéristiques en fonction des températures et fréquences de fonctionnement. Un guide de conception devrait prochainement être édité. Les smart joints conduisent à des réductions vibratoires atteignant 9 dB pour les basses et moyennes fréquences inférieures à 2 kHz (voir figure 3 page 46).

Des modèles numériques

La méthode des éléments finis est une technique couramment acceptée et utilisée. Toutefois, prendre en compte la raideur, la masse et l'amortissement d'un joint peut s'avérer difficile, car ses propriétés ne peuvent être obtenues à partir de la seule géométrie. La méthode développée dans Oscar permet de prendre en compte tous les types d'assemblages et a été testée sur des poutres. Dans le cas des « smart joints », l'intégrité a également été testée numériquement et expérimentalement.

Des applications industrielles

Oscar a donc démontré que, tout en conservant de bonnes caractéristiques mécaniques, on peut faire jouer un rôle d'amortissement tant aux assemblages classiques qu'aux smart joints, assemblages optimisés à cet effet.

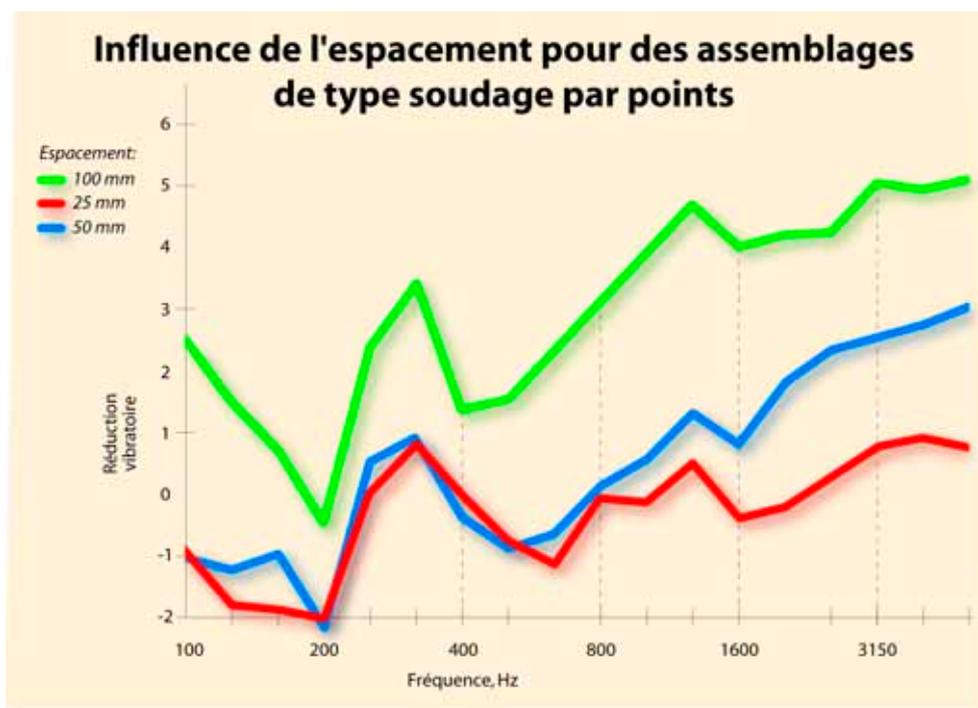


Fig. 2 : influence de l'espacement en soudage par point

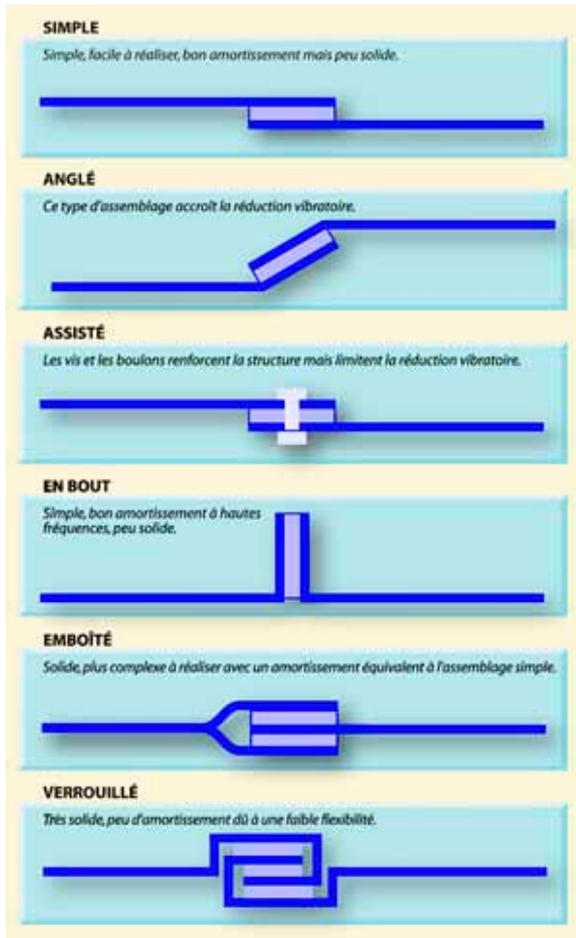


Fig. 3 : Six exemples de smart joints

Plusieurs applications industrielles viennent appuyer ces résultats : caisse de véhicule, pare-brise, culasse, boîte de vitesse, compresseur frigorifique, réfrigérateur, caisse de machine à laver. Le Cetim s'est particulièrement intéressé à la jonction entre le moteur et la coque des tondeuses à gazon et aux brides de tuyauteries.

Oscar : douze partenaires

Saint-Gobain Vitrage (coordination)
 AVL (Autriche)
 Cetim (France)
 CEIT : Centro de estudios e investigaciones técnicas de Guipuzca (Espagne)
 Eatec (Grande - Bretagne)
 Electrolux (Italie)
 Fiat (Italie)
 KTH : Kungliga Tekniska Hogskolan (Suède)
 Rieter Automotive (Allemagne)
 Renault (France)
 Seat (Espagne)
 Université de Sheffield (GB)

« Twin plate » : un banc d'essai pratique

Développé au Cetim, ce banc d'essai permet de tester les performances vibroacoustiques de différents assemblages mécaniques. La mesure des vitesses vibratoires utilise un vibromètre laser. Elle est effectuée sur la plaque contenant l'assemblage par rapport à une plaque de référence. On obtient ainsi différents paramètres en fonction de la fréquence : coefficient d'absorption, perte par insertion de l'assemblage, dissipation de l'énergie vibratoire, réduction du niveau vibratoire par l'assemblage.

Le bruit émis par les tondeuses à gazon provient en partie du rayonnement solide de la coque. C'est ce qu'a démontré la méthode de mesure, dite de la « plaque » mise au point à cette occasion (CETIM-Informations n° 170, octobre 1999). Le moteur est en effet fixé de façon rigide. Ce type d'assemblage provoque des amplifications de 5 dBA pour une coque plastique et de 10 dBA pour une coque métallique. En introduisant des éléments de fixation comportant du nylon ou du caoutchouc, on parvient à gagner 1 à 5 dBA pour les fréquences moyennes (250 Hz à 1,6 kHz), en fonction du matériau, de la charge et du régime moteur.

Concernant les réseaux de tuyauteries connectés aux machines, l'énergie vibroacoustique transmise et rayonnée peut également être réduite en introduisant un découplage ou un amortissement au niveau des brides. Sur un banc d'essai utilisant des tubes de 28 mm de diamètre des atténuations de 1 à 5 dB ont été obtenues pour différents types de joints et pour des fréquences de 300 Hz à 1 kHz.