

LIVRE BLANC



Concevoir en maîtrisant le bruit rayonné

Une réponse aux normes et exigences de la qualité

www.dbvib-consulting.com.





Par **Claude MILLARD**,
Responsable acoustique, dB Vib Consulting

De nos jours, fabriquer une machine fonctionnelle n'est plus suffisant.

En effet, les notions de confort, de qualité, de discrétion et de fiabilité sont devenues des critères de décision ; ainsi le premier critère d'achat pour la ménagère d'un lave-linge ou d'un lave-vaisselle est le bruit. La discrétion acoustique des navires ou des sous-marins est stratégique, de même que l'augmentation du confort dans les moyens de transport est primordiale (bruit dans le véhicule et environnant).

NOTRE GROUPE



Expert du bruit, des vibrations, de la maintenance conditionnelle et du traitement de l'air



À chaque fois qu'un concepteur a pour objectif de produire des systèmes ou des matériels silencieux, les ingénieurs sont confrontés à la compréhension et à la résolution d'un problème de rayonnement de la source.

Jusqu'à des jours récents, l'ingénieur chargé de réduire le bruit sur un produit a procédé à des essais successifs afin de déterminer l'origine des sources par la méthode des masques (suppression d'une source, encoffrement de cette dernière...)

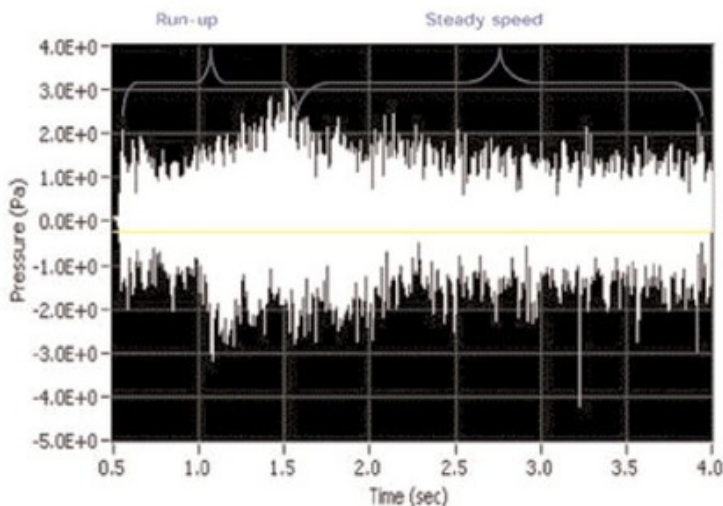


Schéma 1 : le logiciel affiche les valeurs de la pression acoustique en fonction du temps, mesurées par un des microphones en un point ; la mesure commence juste avant que la centrifugeuse soit mise en service. La pression acoustique augmente durant le démarrage et diminue une fois la vitesse du moteur stable. La pression acoustique acquise est convertie du domaine temporel au domaine fréquentiel pour analyser ses composantes spectrales.

Cette démarche longue et fastidieuse ne fournit pas de résultats convaincants dans bien des cas ; elle est par conséquent onéreuse.

De nos jours, l'ingénieur acousticien doit rapidement réduire le bruit sur un produit avant que ce dernier ne parte en production.

Le produit NAH (holographie acoustique en champ proche) HELS des Sensound (□ équations d'Helmholtz avec la méthode des moindres carrés) permet aux ingénieurs de produire des visualisations en 3D de tous les indicateurs sonores (prestation, intensité et vitesse) d'un objet en une simple mesure avec une bonne résolution spatiale, une large gamme de fréquences (3.4HZ à + 6500 HZ) et une grande précision. Les méthodes traditionnelles NVH (Noise, Vibration and Harshness)

mesurent les signaux via des systèmes à plusieurs voies d'entrée et de sortie et les analysent en utilisant le filtrage, la modulation, la convolution et la corrélation pour gagner en perspicacité dans la résolution du problème.

Alternativement, l'analyse NVH utilise des balayages d'intensité pour cartographier les sources. Ces méthodes ont été les meilleures jusqu'à ce jour, elles prennent généralement beaucoup de temps et dépendent de la position de la mesure. De plus, les résultats obtenus par les sondes d'intensité sont valables seulement aux points de mesure et des sources peuvent être oubliées ou mal détectées. Bien que l'holographie acoustique plane aille dans la bonne direction, elle souffre encore des points suivants :

- contrainte de positionnement et d'espacement entre microphones ;
- plusieurs configurations quand il s'agit de large gamme de fréquences ;
- La difficulté de rendre compte des réflexions acoustiques et les limites de reconstruction plan à plan (car les surfaces en 3D ne peuvent pas être reconstruites).

Cette méthode intégrée permet de :

- déterminer les sources et les voies de transfert ;
- identifier la réponse vibratoire normale à la surface pour extraire les modes vibratoires qui sont responsables du rayonnement acoustique ;
- distinguer les bruits aériens des bruits de structure ;
- identifier la contribution des différentes sources par rapport à un emplacement donné.

Les résultats sont valables sur toute la surface et l'espace 3D et sont beaucoup moins dépendants de la position de la mesure.

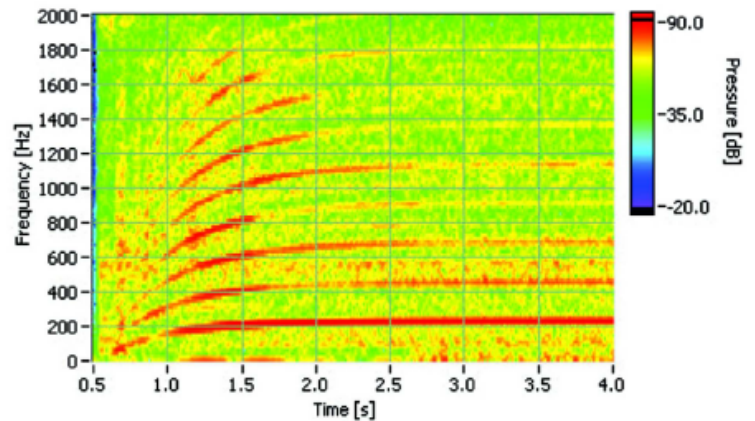


Schéma 2 : le spectrogramme affiche l'information spectrale du bruit généré toutes les 10 ms en un point, juste avant que la centrifugeuse soit mise en service pour une période de 4 s. Le diagramme montre clairement des pics distincts évoluant au cours du temps. La fréquence de chaque pic augmente avec la vitesse du moteur (bruit lié à la vitesse de rotation). Le pic le plus prononcé a été trouvé pour l'ordre correspondant à 227 Hz avec une vitesse de moteur stable. Ce diagramme montre aussi que la plupart des ordres les plus hauts sont importants pendant la seconde moitié du démarrage du moteur et diminuent en amplitude alors que le moteur arrive à une vitesse stable. Pour une vitesse stable, la pression acoustique a été mesurée pour les 2 positions d'antenne pendant 6 s, et a été moyennée en temps.

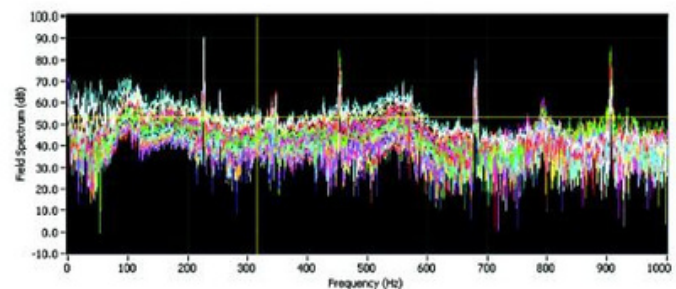
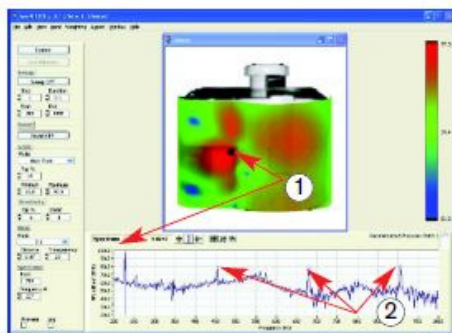


Schéma 3 : le diagramme affiche le spectre de la pression acoustique pour tous les microphones de l'antenne en position supérieure jusqu'à 1000 Hz. Les pics sont trouvés à 227 Hz et à ses harmoniques qui sont 454 HZ, 681 Hz, 906 Hz aux ordres les plus hauts. Le moteur de la centrifugeuse tournait à 1135 rpm ou environ 19 rotations/seconde, faisant de 227 Hz le 12e ordre de la vitesse du moteur.

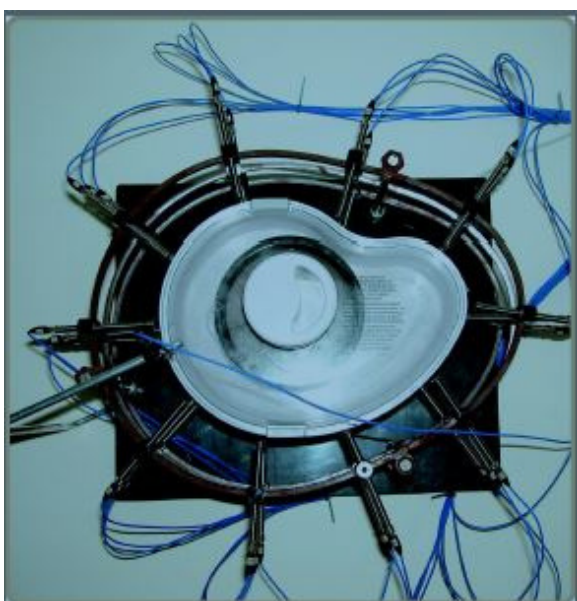


- ① Ce spectre correspond au point rouge de la centrifugeuse.
- ② Harmoniques.

Schéma 4 : la copie d'écran affiche la distribution de la pression acoustique sur la surface latérale de la centrifugeuse à 227 Hz, montrant clairement les points chauds de pression. L'utilisateur a le choix de déplacer le curseur jusqu'au pic de fréquence sur le spectre ; l'image correspondant à chaque fréquence est visualisée en temps réel et, de la même manière, un curseur est disponible sur l'image reconstruite de l'objet et le spectre correspondant est affiché en temps réel. L'image de la pression est superposée à la photo digitale de la centrifugeuse.

Afin de montrer l'efficacité du logiciel et la façon dont il peut être intégré dans un procédé de fabrication de produit. Nous vous présentons une étude de cas utilisant à la fois le logiciel d'holographie acoustique stationnaire (SenAH) et non stationnaire (SenNS) Plutôt que de diagnostiquer un problème spécifique, cette étude de cas montre la résolution spatiale, la précision et les données sonores détaillées que l'on peut obtenir tout autour d'un objet.

Pour ceci, le test a été réalisé sur toutes les faces d'une centrifugeuse en utilisant 2 mesures avec antenne, une couvrant la moitié supérieure et l'autre couvrant la moitié inférieure.



Un simple microphone a été utilisé comme référence stationnaire et l'antenne comprenait 30 microphones. La méthodologie Sensound fait appel à l'utilisation de réseaux de microphones proches de la structure contrairement aux réseaux de microphones plans utilisés dans la méthodologie de Fourier (technologie Plane). Dans ce cas, les microphones de l'antenne s'adaptent à la courbure de la surface de la centrifugeuse.

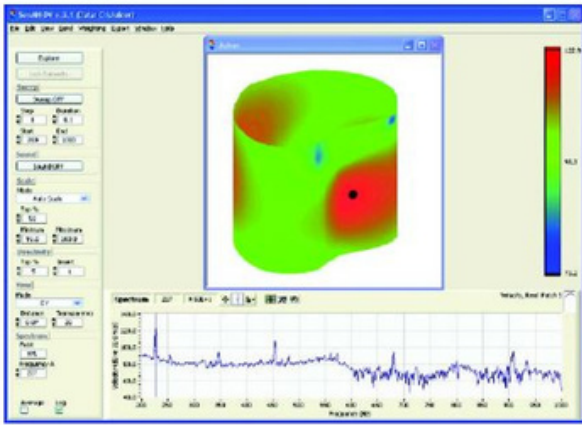


Schéma 5 : c'est une autre vue de la surface en 3D de la centrifugeuse. Cette copie d'écran montre la distribution de la vitesse sur la surface. La vitesse est affichée sur une échelle logarithmique (ref. 1E-8m/s). Sensound a intégré les caractéristiques de plusieurs logiciels pour réaliser un panel complet d'options de visualisation. Par exemple, l'utilisateur peut comparer 2 conditions simultanément. Il est possible de visualiser une image de la distribution de vitesse recalculée côte à côte avec l'intensité ou les valeurs de pression. Chaque composante qui est mesurée pour comprendre le phénomène sonore est disponible en 3D.

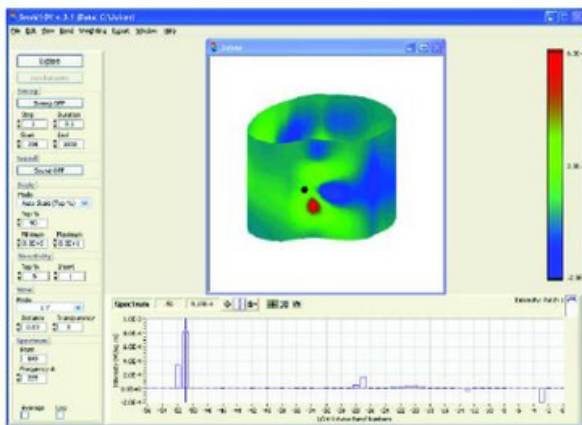


Schéma 6 : c'est une autre copie d'écran mais celle-ci affiche la distribution de l'intensité sur la surface de la centrifugeuse de bande d'1/24e d'octave centrée autour de 229 Hz. La possibilité de visualiser la pression et les valeurs de vitesse et d'intensité correspondantes, à une bande de fréquence tonale spécifique, différencie cette technologie de la plupart des outils de diagnostic acoustique.

Les sources sonores sont identifiées en un instant et l'ingénieur sait précisément où est situé le problème. Tandis que cet exemple concerne seulement l'extérieur de l'objet, la procédure peut être répétée sans l'enveloppe pour identifier les sources d'excitation qui sont transmises à travers l'enveloppe à des points indiqués par l'analyse.

Avec la technologie Sensound basée sur l'implantation de microphones très près de la surface de la source, les ondes évanescentes venant de la centrifugeuse sont capturées, ce qui est impossible avec la technologie Plane.

En conséquence, HELS fournit une analyse complète du bruit qui est généré comme l'illustrent les différentes figures. De plus, HELS est valide dans les espaces intérieurs, le rendant approprié à analyser le bruit à l'intérieur d'enceinte.

Le logiciel Sensound sous Windows peut être intégré dans la plupart des systèmes d'acquisition de données 24 bits existant sur le marché. Le système peut aussi être livré comme une partie d'un système clés en main supporté par le système Larson Davis DSS. Pour ceux qui voudraient utiliser les possibilités à court terme et d'une façon non permanente, la société dB Vib fournit les deux services diagnostic et location de système.

Le logiciel Sensound offre la possibilité de visualiser tous les indicateurs sonores (pression, intensité et vitesse) à la surface d'un objet et dans le champ environnant, en une seule mesure avec une bonne résolution spatiales, une large gamme de fréquences et une précision vérifiable. C'est une méthodologie qui fournit plus d'informations que des approches traditionnelles, entraînant des diagnostics plus rapides des problèmes et des solutions plus économiques pour chaque étape du cycle de vie d'un produit.