

MISE AU POINT D'UNE TECHNIQUE D'INTENSIMÉTRIE POLAIRE PERSPECTIVES D'UTILISATION

Jean-Gabriel Migneron et Pierre Lemieux

Laboratoire d'acoustique, CRAD, Université Laval, 1636 Pavillon Félix-Antoine Savard, Québec, Qué., G1K 7P4.

SUMMARY

A robotic apparatus was designed and developed to take rapidly polar sound intensity measurements. This technique has a double dimension: it entails the expression of the relationship between the polar information and the standard acoustical parameters (pressure, simple vectorial composition of the flux line or complexe temporal and vectorial composition), and secondly, the robotic handling of the sound intensity probe with its two coupled microphones. The robot was built by the CEGEP of Lévis-Lauzon; it can be interfaced, through a PS/2 computer, to the Brüel & Kjaer dual channel third octave real time analyser 2133 or to the 2032 double FFT analyser. The robot can use an orthogonal routine, allowing a fast reading of the three vectorial components in a stationary acoustical mode, and it can be programmed to search automatically the maximum intensity level for the determination of the flux line or, in near field, with the aim of reactive intensity. In addition to conducting polar sound intensity experiments in stationary regime and in laboratory conditions, potential utilization of this technique was developed for complex industrial acoustical fields or for architectural acoustics.

1. RELEVÉ POLAIRE DE L'INTENSITÉ

1.1 Pourquoi effectuer des relevés polaires?

a) Afin d'éviter les confusions possibles

Pour une incidence sonore de 90° (ou 270°) par rapport à l'axe de la sonde intensimétrique, il n'existe théoriquement aucune composante de l'intensité. Or, on constate, en pratique, que la sonde enregistre, sous cet angle d'incidence, des valeurs plus ou moins fantaisistes (point d'ailleurs en partie reconnu par les fabricants [1]). Cette situation est facilement identifiable lors de la lecture d'un relevé polaire. Par contre, avec un relevé selon trois composantes perpendiculaires, une pour chaque axe de coordonnées (principe des sondes tridimensionnelles avec trois doublets de microphones [7]), il suffit qu'on ait l'une de ces composantes confondue avec cette incidence critique pour que le vecteur intensité ainsi composé soit totalement erroné. On peut d'ailleurs ajouter, que dans la mesure où le dispositif robotique est suffisamment rapide, il est possible de remplacer avantageusement le capteur à six microphones, ceci à l'aide de trois rotations consécutives.

b) Pour localiser les sources de bruit

Il s'agit d'exploiter le mieux possible les indications de directivité fournies par la nature vectorielle de l'intensité. En déterminant complètement (norme et direction) cette dernière, il est possible de localiser la provenance exacte du champ acoustique étudié et, même, d'estimer sa contribution en énergie dans une direction donnée.

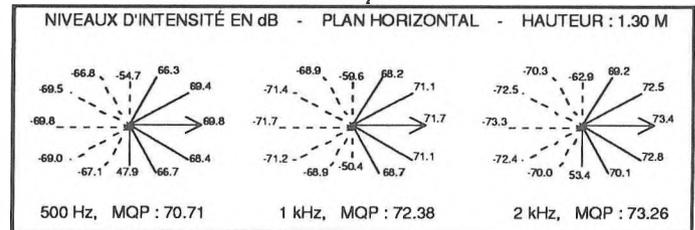
Ces informations seront requises, afin de contrôler efficacement le rayonnement d'une source, qu'on désire renforcer (acoustique architecturale), ou amoindrir (acoustique industrielle). La technique peut s'avérer également utile pour localiser les zones de propagation, ou bien d'ombre, d'un ensemble de sources. De même, elle

peut permettre un bilan spatio-temporel autour d'un point de réception déterminé (tel qu'un poste de travail).

c) Pour rechercher automatiquement la ligne de flux

Tel que mentionné dans les prochains points, le dispositif robotique s'est révélé tout à fait opérationnel pour effectuer cette recherche automatiquement, dans des délais relativement courts, ce qui constitue certainement un acquis métrologique important.

1.2 Comment lire un relevé polaire?



MQP = Moyenne quadratique de pression

FIGURE N°1: Présentation d'un relevé polaire

Un relevé polaire ne peut représenter un ensemble de vecteurs intensités en un point et dans un plan considéré (d'ailleurs le vecteur est unique). Il fournit uniquement le niveau (en décibels) de l'intensité dans l'axe de la sonde, celle-ci effectuant une lecture après chaque rotation de 30° , par exemple. La flèche qui apparaît sur le relevé indique une direction de référence choisie par l'utilisateur. La rotation se fait toujours dans le sens trigonométrique: un trait plein indique une intensité "positive" et un trait en pointillés indique une intensité "négative".

RASMUSSEN, G. explique que pour décrire un champ vectoriel, on a besoin d'explorer le champ dans toutes les directions, de manière à trouver la lecture maximale[13]. Lorsqu'on effectue un relevé dans un plan considéré, il n'est pas toujours évident, que l'un des axes de mesure soit rigoureusement confondu avec la direction de propagation. En pratique, il paraît convenable de considérer comme direction de propagation (ou direction voisine), dans ce plan déterminé, la direction pour laquelle la plus grande valeur de l'intensité a été enregistrée, les autres n'étant que des composantes de celle-ci. Dans tous les cas, avec la technique polaire, le vecteur intensité sera toujours localisé dans un cône dont l'angle au sommet n'excèdera pas le pas angulaire de mesure.

2. RÉALISATION TECHNIQUE

2.1 Développement du projet de robot

Dans la perspective des besoins du Laboratoire d'acoustique et des projets de recherche en cours, nous avons défini les grandes lignes d'un modèle de robot adapté à la manipulation de la sonde intensimétrique. Après discussion avec l'organisme constructeur, soit le département de robotique du CEGEP de Lévis-Lauzon, nous en sommes

arrivés au concept de la figure n° 2.

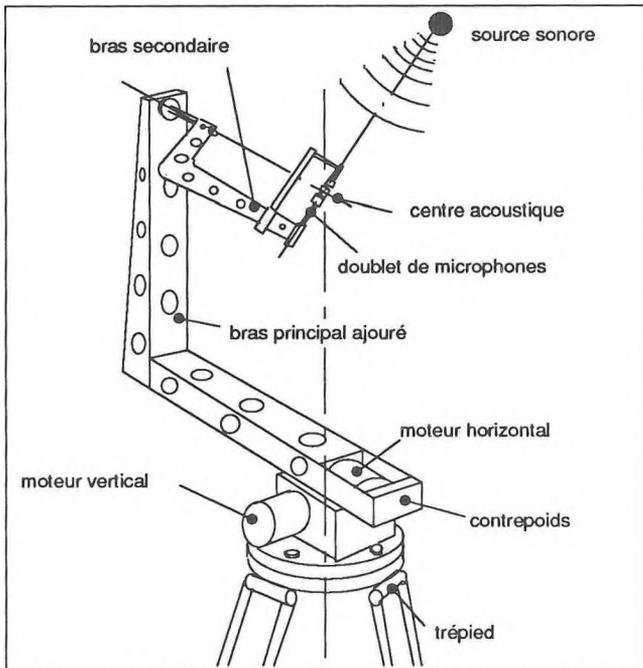


FIGURE N° 2 Croquis du robot manipulateur pour la sonde intensimétrique.

Le robot est construit autour de deux axes de rotation perpendiculaires entre eux, leur intersection étant placée juste au centre acoustique du doublet de microphones de la sonde. Le moteur du bras horizontal est ramené vers la base, afin d'agir comme contrepoids, ceci par l'intermédiaire d'une réduction avec poulies crantées, et le réducteur vertical, destiné à absorber la plus forte inertie, est constitué d'un train d'engrenages avec une vis sans fin. Finalement, le robot repose sur une masse d'inertie démontable, pour faciliter son transport dans l'industrie lors des mesures intensimétriques. Le dégagement vertical est d'environ 500 mm sous la sonde intensimétrique et le dégagement latéral de 250 mm, de façon à ne pas affecter le champ acoustique à mesurer. Toutes les pièces constituant les bras sont percées, pour la même raison, de trous de différents diamètres.

2.2 Principaux éléments du cahier des charges

Les principaux éléments du cahier des charges préparé lors de la commande du robot ont été les suivants: angle de rotation normal suivant les deux axes, 30°, avec la possibilité de programmer d'autres valeurs, telles que 5, 10, 15 ou 90°; couverture complète des 360°, par un cheminement alternatif, vers la gauche puis vers la droite (pour éviter de mêler les câbles); temps moyen de déplacement entre deux positions de mesure: 1 sec.; précision de la position du centre acoustique de la sonde, dans toutes les directions de l'espace, 1 mm.

2.3 Interface ordinateur et analyseur

Le dispositif robotique est piloté par l'intermédiaire d'un ordinateur IBM PS/2. Les deux préamplificateurs de microphones viennent se raccorder à un analyseur bicanal en

temps réel, au 1/3 d'octave, de Brüel & Kjaer, modèle 2133, ce qui constitue une chaîne de mesure exceptionnelle, complètement automatisée. L'analyseur est en effet interfacé également au même ordinateur, via un bus IEEE-488.

3. DIFFÉRENTS MODES D'UTILISATION

3.1 Distinction entre champ stationnaire et champ industriel fluctuant

Dans des conditions de laboratoire ou en acoustique des salles, il est possible d'utiliser des sources fixes, de radiation constante dans le temps (en intensité et en directivité), cette situation correspond à un champ acoustique stationnaire. C'est certainement dans ces conditions que le robot peut être utilisé le plus rapidement, en réduisant à son minimum le temps d'acquisition des niveaux d'intensité.

Pour certaines situations industrielles, aux perturbations de l'air près, il peut en être exactement de même. Néanmoins, il ne s'agit pas d'un cas général; la plupart du temps, les sources sont variables en durée d'émission, composition spectrale, puissance, directivité, voire même, position géométrique dans l'espace. Les champs acoustiques industriels sont éminemment variables, ils doivent être traités idéalement sur une base statistique. Au plan pratique, il convient à tout le moins d'augmenter sensiblement le temps de moyennage de l'analyseur bicanal.

3.2 Les déplacements de base

La programmation de base comporte trois déplacements de référence, soit le plan horizontal (12 vecteurs), le plan vertical défini par sa position angulaire, de - 60° à + 60° du plan horizontal (11 vecteurs), la calotte sphérique supérieure, jusqu'à - 60° du plan horizontal (61 vecteurs), plus une procédure orthogonale rapide.

3.3 La recherche automatique de la ligne de flux

Après quelques mois d'expérimentation, il est déjà acquis que, dans un champ acoustique stationnaire, le robot peut chercher très rapidement, par optimisations successives, la position exacte de la ligne de flux et procéder ainsi à la détermination du vecteur intensité vrai. C'est d'ailleurs cette procédure itérative, par pas angulaire de 5°, qui est illustrée dans la figure n° 3.

4. PERSPECTIVES DE RECHERCHE

L'optimisation de la technique d'acquisition automatique de l'intensimétrie polaire offre des perspectives de recherche très fructueuses, dont plusieurs aspects dépassent très largement la seule dimension métrologique. Trois aspects sont actuellement en développement, ce sont les suivants:

- la comparaison entre la procédure de mesure triaxiale orthogonale rapide et l'emploi d'une sonde intensimétrique classique à 6 microphones: dans bien des situations, il est fort possible que la procédure d'acquisition robotisée puisse être aussi précise et rapide que l'emploi simultané de trois analyseurs bicanaux ou bien d'un multiplexeur électronique;

- l'optimisation de la procédure de recherche