COMPARAISON DE DEUX MÉTHODES DE MESURE DE LA PUISSANCE ACOUSTIQUE PAR INTENSIMÉTRIE : POINTS FIXES ET BALAYAGE

P. Daniere, J. Sueur

► To cite this version:

P. Daniere, J. Sueur. COMPARAISON DE DEUX MÉTHODES DE MESURE DE LA PUISSANCE ACOUSTIQUE PAR INTENSIMÉTRIE : POINTS FIXES ET BALAYAGE. Journal de Physique Colloques, 1990, 51 (C2), pp.C2-225-C2-228. 10.1051/jphyscol:1990254 . jpa-00230675

HAL Id: jpa-00230675

<https://hal.science/jpa-00230675>

Submitted on 1 Jan 1990

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

COMPARAISON DE DEUX MÉTHODES DE MESURE DE LA PUISSANCE ACOUSTIQUE PAR INTENSIMÉTRIE : POINTS FIXES ET BALAYAGE

P. DANIERE et J. SUEUR

Institut National de Recherche et de Sécurité (I.N.R.S.), Centre de Recherche, Avenue de Bourgogne, BP. 27, F-54501 Vandoeuvre-les-Nancy, France

Résumé - On compare ici le résultat de détermination du niveau de puissance acoustique par intensimétrie obtenu par la technique des points fixes à celui obtenu par la technique de balayage, pour différentes conditions expérimentales. Les écarts constatés sont faibles et restent inférieurs le plus souvent à $\pm 0,5$ dB.

Abstract - In this paper, the results of sound power level measurements using a fixed points intensity measuring technique are compared to the measurements obtained when using sweeping intensity measuring technique, under different experimental conditions. The differences are very small and in most cases stay within $\pm 0,5$ dB.

1 - INTRODUCTION

La détermination de la puissance acoustique L_w des sources industrielles de bruit sur leur site d'exploitation est devenue possible grâce à la technique de l'intensimétrie acoustique. Cependant le développement de cette technique est entravé par différents obstacles. L'un d'entre eux concerne la durée de la mesure, notamment lorsque l'environnement immédiat de la source à mesurer perturbe le champ acoustique. Dans ce cas, l'obtention de la précision de "classe expertise" pour la détermination de L_w nécessite un grand nombre de points de mesure. Il est souvent nécessaire d'utiliser plus de 50 points pour des machines de l'ordre de 1 à 2 m³. Pour ces situations rencontrées fréquemment en milieu industriel, l'intérêt suscité par l'intensimétrie est fortement réduit du fait de la durée trop longue nécessaire à l'acquisition des données.

C'est pourquoi des études ont été conduites pour développer, dans le cadre de l'intensimétrie, une technique d'acquisition plus rapide, dite de balayage, consistant à balayer avec la sonde intensimétrique une surface de mesure entourant la source sonore. La comparaison des résultats obtenus en utilisant la technique des emplacements fixes de la sonde avec ceux obtenus par la technique de balayage n'a fait l'objet jusqu'à présent que de quelques publications [1 à 6]. Elles montrent cependant que les écarts obtenus en utilisant les deux techniques sont faibles ; ils ne dépassent guère 0,5 dB par bande de tiers ou d'octave. Ces résultats expérimentaux sont corroborés par des simulations numériques, effectuées dans des situations idéales [7, 8].

Pour confirmer l'intérêt de la technique de balayage et en préciser la plage d'utilisation, des mesures de puissance acoustique ont été entreprises à l'aide de machines réelles et en utilisant les deux techniques mentionnées : points fixes et balayage.

Pour ces essais, quatre machines ont été utilisées : une source sonore de référence type EDF, une dégauchisseuse, un aspirateur de copeaux, un climatiseur.

Les essais se sont déroulés d'une part dans une chambre semi-anéchoïque (champ libre sur plan réfléchissant) et d'autre part dans divers locaux de type industriel.

2 - UTILISATION DE LA TECHNIQUE DE BALAYAGE DE LA SONDE SUR UNE SURFACE DE 1 m².

La surface de mesure entourant la source et située à 0,5 m de la surface de référence est découpée en cellules de 1 m par 1 m sur lesquelles sont effectuées les mesures. Les puissances acoustiques L_w de deux sources sonores (source de référence et dégauchisseuse) ont été déterminées à l'aide de deux méthodes différentes :

la technique des emplacements fixes de la sonde avec une densité de 4 points de mesure par cellule de 1 m² référencée $L_w(4/m^2)$ (figure 1a).

- la seconde méthode référencée $L_w(\text{Bal})$ emploie deux techniques de balayage :
- * un balayage court, effectué pour chaque cellule de 1 m^2 , sur une longueur de l'ordre de 2m comme le montre la figure 1a, $L_w(\text{Bal1})$.
- * un balayage long effectué pour chaque cellule de 1 m^2 mais sur une longueur égale à 4 m, $L_w(\text{Bal2})$ (figure 1a).

Parmi les écarts de puissance acoustique ΔL ($\Delta L = L_w(\text{Bal}) - L_w(4/\text{m}^2)$), obtenus en utilisant ces deux méthodes (points fixes et balayage), pour différentes conditions expérimentales, on observe que la technique du balayage long donne les résultats les plus proches de la valeur obtenue avec la technique des points fixes. En effet l'écart ΔL varie de +0,2 à -0,8 dB en champ libre et de +0,8 à -0,9 dB sur site. Ces résultats confirment partiellement ceux obtenus en champ libre par Tachibana [1] qui obtient des écarts de puissance acoustique ΔL presque toujours négatifs lors d'essais effectués dans des conditions expérimentales comparables aux nôtres.

Sur le tableau 1 sont portés les valeurs de l'expression " $C_2(F_4)^2$ ", [8]. Cette expression fait intervenir l'indicateur de champ " F_4 " qui caractérise l'hétérogénéité du champ acoustique et un coefficient " C_2 " qui est fonction du degré de précision souhaité. Ce critère permet un contrôle, a posteriori, de l'adéquation du maillage choisi à la précision souhaitée. Les valeurs portées sur le tableau 1 montrent que les mesures effectuées à l'aide de la technique des points fixes, en utilisant une densité de 4 points par m^2 , entrent dans la "classe laboratoire" aussi bien pour les essais entrepris en champ libre que pour ceux effectués sur site.

Pour les mesures de puissance acoustique effectuées à l'aide de la technique de balayage, les indicateurs de champ n'ont pas encore été définis. Cependant, compte tenu des faibles écarts observés pour la détermination de L_w par ces deux méthodes, points fixes et balayage, on peut penser que la technique du balayage permet d'obtenir des valeurs de L_w d'une précision au moins égale à celle de la "classe expertise". Précisons que cette technique reste encore assez longue à mettre en oeuvre car elle nécessite un balayage sur chacune des cellules de 1 m^2 constituant la surface de mesure entourant la source sonore.

3 - UTILISATION DE LA TECHNIQUE DE BALAYAGE SUR L'ENSEMBLE DE CHACUNE DES FACES DU PARALLÉLÉPIPEDE DE MESURE ENTOURANT LA SOURCE

La technique utilisée consiste à balayer avec la sonde intensimétrique chacune des faces du parallélépipède de mesure entourant la source. Ce balayage est effectué avec une vitesse aussi régulière que possible, de l'ordre de 0,1 à 0,2 m/s, et suivant le trajet indiqué figure 1b.

Les puissances acoustiques L_w de deux sources sonores (l'aspirateur de copeaux et le climatiseur) ont été déterminées à l'aide de deux méthodes :

- La première utilise la technique des emplacements fixes de la sonde avec une densité de 4 points de mesure par m^2 pour le climatiseur (référéncée $L_w(4/\text{m}^2)$), et avec une densité de 1 point par m^2 pour l'aspirateur (référéncée $L_w(1/\text{m}^2)$). Cette dernière densité de 1 point par m^2 a été retenue pour évaluer le degré de précision de la méthode des points fixes lors de son utilisation sur le site.
- La seconde méthode emploie la technique de balayage illustrée par la figure 1b, référencée $L_w(\text{Bal})$.

Les écarts de puissance acoustique $\Delta L = L_w(\text{Bal}) - L_w(4/\text{m}^2)$ (pour le climatiseur) et $\Delta L = L_w(\text{Bal}) - L_w(1/\text{m}^2)$ (pour l'aspirateur), relevés en utilisant ces deux techniques dans différents environnements sont donnés sur la figure 2.

L'écart ΔL constaté, sur site, est limité à $\pm 0,5$ dB pour l'aspirateur de copeaux (figure 2b) et compris entre +0,2 dB et +1 dB pour le climatiseur (figure 2c). En champ libre sur plan réfléchissant et pour l'aspirateur de copeaux (figure 2a), les écarts ΔL sont semblables à ceux obtenus sur site ; ils sont limités à $\pm 0,5$ dB. Ces résultats confirment ceux de Brock [2] qui constate lui aussi, lors d'essais effectués en champ libre sur plan

réfléchissant des écarts entre les mesures effectuées par balayage et par points fixes, inférieurs à 0,7 dB par bande d'octave.

4 - ESSAIS DE REPRODUCTIBILITÉ

Pour préciser l'influence de l'opérateur sur la mesure de la puissance acoustique par balayage (respect de la vitesse de balayage, du trajet à parcourir), des essais ont été conduits à l'aide de trois opérateurs différents. Ils ont portés sur la même machine (l'aspirateur de copeaux), dans des conditions d'environnement identiques (sur site). Ces mesures ont été réalisées par la technique du balayage effectué sur l'ensemble de chaque face du parallélépipède de mesure (figure 1b).

De façon analogue aux mesures précédentes, on a calculé les écarts de puissance acoustique ΔL , ($\Delta L = L_w(\text{Bal}, i) - L_w(1/m^2)$), obtenus d'une part en utilisant la technique de balayage et l'opérateur i ($L_w(\text{Bal}, i)$) et d'autre part la technique des points fixes ($L_w(1/m^2)$). Les résultats obtenus ΔL sont donnés sur la figure 2d. On constate une faible dispersion de ces valeurs. Elle est de l'ordre de $\pm 0,15$ dB pour toutes les fréquences à l'exception de la bande d'octave de 125 Hz. Pettersen et Newmann [3] donnent des résultats d'essais de répétabilité effectués sur 5 mesures et pour lesquels ils obtiennent un écart type de 0,5 dB par tiers d'octave. Ils présentent en outre des essais de reproductibilité effectués à l'aide de 4 opérateurs pour lesquels ils obtiennent un écart type de 0,5 dB par tiers d'octave également. Ces essais ont été effectués sur une grande machine (20m x 4m x 2m); or celle utilisée pour nos mesures étant plus petite (3m x 2m x 4m), ceci peut expliquer les valeurs plus faibles constatées au cours de nos essais.

5 - CONCLUSION

Les trois séries d'essais effectués confirment globalement les résultats décrits dans la bibliographie. La comparaison effectuée ici avec les résultats obtenus avec des emplacements fixes a permis de valider expérimentalement la technique de balayage de la sonde sur la surface entière de chaque face du parallélépipède. Elle a permis en outre d'évaluer l'écart existant entre ces deux techniques (de l'ordre de $\pm 0,5$ dB) et d'associer à cette technique de balayage une classe de précision qui est au moins (dans les cas traités ici) égale ou supérieure à la classe "expertise"

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] TACHIBANA H., "Investigations on the sound power measurement by the sound intensity method using reference sources", ISO/TC43/SC1/WG25 and WG28 meetings documents, TORONTO, oct 1988.
- [2] BROCK M., "Sound power measurements using different scanning techniques", Nordic Acoustical Meeting, 1988, proceedings pp 117-120.
- [3] PETTERSEN O., NEWMAN M., "An intensity method for determining sound power in situ", Noise Control Engineering Journal 1988, vol.31, number 2, pp 93-100.
- [4] DANIERE P., SUEUR J., "Contribution towards a measurement method of the acoustic power of machines via intensity", Inter-Noise 88, proceedings pp 1117-1120.
- [5] CROCKER M., "Sound power determination from sound intensity - To scan or not to scan", Noise Control Engineering Journal 1986, vol 27, number 3, pp 67.
- [6] TANDON N., "The effect of sound intensity measurement parameters on sound power determination", J.S.V. 1989, vol 132, number 3, pp 451-455.
- [7] BOCKHOFF M., "Some remarks on the continuous sweeping method in sound power determination", Inter-Noise 84, proceedings pp 1173-1176.
- [8] POPE J., "Evaluation of accuracy of sound power determination using space-averaged intensity measurements", Noise-Con 88, proceedings pp 459-462.

Source sonore	Environnement	Nb Total de points de mesures	Fréquences par bande d'octave					
			125	250	500	1000	2000	4000
Partie A : classe de précision "Expertise"								
Source de référence	champ libre	48	4	6	8	8	5	10
	sur site	48	4	7	8	9	4	8
Dégauçisseuse	champ libre	188	7	15	18	14	33	29
	sur site	188	5	18	19	29	26	39
Partie B : classe de précision "Laboratoire"								
Source de référence	champ libre	28	6	10	15	25	13	31
	sur site	48	7	12	14	28	13	25
Dégauçisseuse	champ libre	188	14	26	33	44	105	92
	sur site	188	8	33	34	92	82	123

Tableau 1 - Résultats de calculs de l'expression " $C_2 F_4^2$ " [8] obtenus pour les différentes sources et les différentes conditions expérimentales utilisées.

Figure 1 - 1a) Illustration des techniques de balayage utilisées lorsque la surface de mesure est décomposée en cellules de 1 m^2 .

1b) Exemple de trajet dans le cas où le balayage est effectué sur la totalité de chaque surface de mesure.

Figure 2a - Source aspirateur de copeaux en chambre semi-anéchoïque.

Figure 2c - Climatiseur sur site.

Figure 2b - Aspirateur de copeaux sur site.

Figure 2d - Aspirateur de copeaux sur site, avec 3 opérateurs.

Figure 2 - Ecart de puissance acoustique ΔL entre les résultats obtenus par la technique de balayage $L_W(\text{bal})$ et ceux obtenus par la technique des points fixes (Pts fixes) $\Delta L = L_W(\text{bal}) - L_W(\text{Pts fixes})$.