Validation d'une méthode qualitative d'estimation de l'influence de la météorologie sur le bruit

V. Zouboff, Y. Brunet, E. Sechet, J. Bertrand

► To cite this version:

V. Zouboff, Y. Brunet, E. Sechet, J. Bertrand. Validation d'une méthode qualitative d'estimation de l'influence de la météorologie sur le bruit. Journal de Physique IV Proceedings, 1994, 04 (C5), pp.C5-813-C5-816. 10.1051/jp4:19945175 . jpa-00252856

HAL Id: jpa-00252856

<https://hal.science/jpa-00252856>

Submitted on 1 Jan 1994

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.

Validation d'une méthode qualitative d'estimation de l'influence de la météorologie sur le bruit

V. ZOUBOFF, Y. BRUNET*, E. SECHET et J. BERTRAND

Laboratoire des Ponts & Chaussées d'Angers, BP. 69, 49136 Les Ponts de Ce, France

** INRA Bioclimatologie, Bordeaux, France*

We first propose a simple method for helping the acoustician to estimate the effects of meteorological conditions on noise propagation, at least qualitatively. This method is based on a double-entry grid that only requires simple meteorological observations. We then compare the qualitative estimations given by the grid to the results of an outdoor experiment. Human evaluation of climatic conditions is shown to be satisfactory for a qualitative estimation of their effects on noise measurements.

1 - INTRODUCTION

Cette communication présente une validation expérimentale d'une méthode simple, destinée aux acousticiens de terrain, visant à prendre en compte qualitativement les effets météo sur des mesures acoustiques effectuées à grande distance d'une source.

Dans un premier temps, on rappelle le principe et le mode d'utilisation de cette méthode. On montre ensuite sa validité par confrontation à des données expérimentales.

2 - PRESENTATION DE LA METHODE

Toutes les études sur le sujet ont montré que les gradients de température et de vecteur vent sont les facteurs prépondérants dans l'influence des conditions atmosphériques sur la propagation du son. Des analyses factorielles et des classifications hiérarchiques sur des données expérimentales obtenues sur le site de *La Crau*, nous ont permis d'une part de confirmer ces effets prépondérants, et d'autre part, d'identifier et de caractériser les variables météorologiques qui sont à l'origine des formes des gradients [1]. En définitive, on obtient une grille à double entrée (T_i : conditions thermiques / U_i : conditions aérodynamiques) dont on présente dans [2] et [3] la méthodologie complète de mise au point.

Les conditions d'entrée (U_i ; T_i) de la grille répondent aux critères suivants :

U1 : Vent fort (3 à 5 m/s) contraire au sens émetteur-récepteur	T1 : jour et fort rayonnement et surface sèche et peu de vent
U2 : vent moyen à faible (1 à 3 m/s) contraire ou vent fort, peu contraire	T2 : mêmes conditions que T1 mais au moins une est non vérifiée
U3 : vent nul ou vent quelconque de travers	T3 : lever du soleil ou coucher du soleil ou (temps couvert et venteux et surface pas trop humide)
U4 : vent moyen à faible portant ou vent fort peu portant ($\approx 45^\circ$)	T4 : Nuit et (nuageux ou vent)
U5 : vent fort portant	T5 : Nuit et ciel dégagé et vent faible

L'estimation de la classe météo ($U_i; T_i$) permet de fournir un ordre de grandeur des effets des gradients sur la propagation sonore, par l'intermédiaire de la grille ci-dessous :

On peut y distinguer cinq types de propagation, en deux groupes dont les effets sont asymétriques:

-- : Atténuation très forte

- : Atténuation moyenne

Z : effets météo nuls

+ : renforcement très faible

++ : renforcement moyen

(les cas notés sont exclus)

Par exemple, la condition d'entrée U_3 caractérise une influence aérodynamique nulle, et T_3 , une influence thermique nulle. Les classes U_1T_2 ou U_5T_4 correspondent à des situations de synergie des effets des gradients, alors que U_2T_4 ou U_4T_2 à des situations de compensation.

A l'aide de cette grille, il est possible de comparer qualitativement plusieurs mesures acoustiques réalisées dans des conditions météorologiques différentes. On s'aperçoit aussi que certaines conditions météo sont plus propices à des mesures acoustiques que d'autres.

	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
T_1		--	-	-
T_2	--	-	-	Z	+
T_3	-	-	Z	+	+
T_4	-	Z	+	++	++
T_5		+	+	++

Fig. 1 : grille U_iT_i

3 - DISPOSITIF EXPERIMENTAL DE VALIDATION

Cette validation expérimentale a été effectuée sur un site d'Alsace, donc avec des effets de sol différents du site de La Crau qui a permis la mise au point de la grille. Le dispositif expérimental est résumé par le schéma suivant :

Simultanément aux mesures acoustiques, des opérateurs ont estimé les classes météo U_iT_i . Ces estimations "au jugé", ont été comparées à des mesures issues de capteurs météo placés à différents niveaux d'un mât de 10m, à un endroit représentatif de la propagation; Mais en aucun cas, ces opérateurs n'ont eu recours aux valeurs numériques des capteurs.

Dans l'ensemble, les estimations furent relativement fiables.

fig. 2: dispositif expérimental

4 - PROJECTION D'UNE CHRONOLOGIE

On se propose ici de valider la grille par la projection d'échantillons de très courte durée (10 min), et de montrer qu'une évolution dans la grille s'accompagne d'une progression des niveaux sonores correspondants.

On considère une suite d'échantillons de 10 minutes, formant une chronologie sur un après midi, de 14h00 à 16h30. Toutes les 10 minutes, un opérateur ré-évalue les paramètres d'entrée U_iT_i de la grille.

Une simple analyse graphique montre que les quatre récepteurs sont globalement très corrélés.

L'examen des mesures météo effectuées simultanément, nous indique que les conditions atmosphériques sont restées stables durant tout l'après midi, mis à part la direction du vent. De 14h00 à 15h20 environ, le vent reste entre "travers" et "contraire". Puis il devient

nettement "de travers", pour enfin passer au "portant" vers 15h40. Il revient au "contraire" vers 16h00 et suit la même évolution vers le portant mais sur 1/2 heure, soit jusqu'à 16h30.

Le schéma de la figure 3 projette sur une partie localisée de la grille, les niveaux équivalents par tranche de même classe UiTi, au récepteur R3 (640m, 5m).

On s'aperçoit que l'évolution vers une propagation de moins en moins défavorable, (i.e. rapprochement du Z) s'accompagne d'une croissance du niveau sonore.

L'évolution des paramètres UiTi de la grille, correspond à la perception qu'a l'opérateur des variations atmosphériques. On s'aperçoit donc que cette perception, bien qu'imparfaite, est suffisamment fiable pour en estimer à l'aide de la grille les incidences qualitatives sur la propagation acoustique.

5 : PROJECTIONS D'ECHANTILLONS DE DUREE MOYENNE

Les échantillons représentent ici des intégrations de 30 minutes à 3 heures, qui correspondent aux périodes pendant lesquelles les conditions atmosphériques sont restées globalement stables.

Pour chacun des échantillons, un opérateur a estimé les caractéristiques Ui & Ti suivant les critères définis plus haut, sans avoir recours aux instruments de mesure du mât météo. Ces estimations sont établies de façon à être représentatives des conditions atmosphériques de la période d'intégration.

Le tableau n°1 présente pour chaque échantillon, sa durée d'intégration, sa localisation dans la journée, les niveaux sonores L_{Aeq} mesurés à 320m et 640m de la source, et la classe météo UiTi estimée par l'opérateur.

Tableau 1 : description des échantillons								
n° tranche	(heure légale)		durée	320m 5m	320m 1.5m	640m 5m	640m 1.5m	classe météo estimée
	début	fin		R2	R5	R3	R6	
1	15:25:00	18:25:00	3h	71.1	60.4	54.7	50.7	U2-T2
2	09:40:00	10:59:50	1h20'	76.5	67.9		56.0	U4-T2
3	13:55:00	15:44:50	1h50'	77.0	69.6	64.1	59.3	U4-T2
4	19:55:00	20:35:00	40'	72.7	73.5	64.5	64.4	U4-T3 ou U3-T3
4	20:35:00	21:15:00	40'	73.6	75.9	65.2	65.4	U3-T5
4	21:15:00	21:55:00	40'	76.6	77.1	66.9	65.3	U3-T5
4	21:55:00	22:35:00	30'	74.1	76.1	66.2	64.7	U3-T5
5	10:10:00	10:50:00	40'	74.8	65.8	61.4	55.5	U4-T2 ou U3-T2
5	10:50:00	11:20:00	30'	73.1	63.4	58.8	53.5	U2-T2
5	11:20:00	11:59:50	40'	69.2	60.2	57.3	53.3	U2-T2
6	15:30:10	16:40:00	1h10'	69.0	61.1	57.2	54.3	U2-T2
7	09:15:40	10:55:00	1h40'	75.4	66.1	60.1	54.7	U3-T2
8	14:00:10	14:40:00	40'	68.3	58.8	52.1	55.7	U2-T2
8	14:40:00	15:30:00	50'	70.6	61.1	52.5	56.6	U2-T2
8	15:30:00	16:29:50	1h	73.3	64.7	55.9	61.3	U4-T2

On constate sur le tableau 1 que ce sont évidemment les récepteurs à 640m qui sont les plus sensibles aux conditions météorologiques. En projetant sur la grille par exemple les niveaux sonores obtenus au point R3 (donc à 640m de la source et à 5m du sol), on constate une bonne concordance des mesures avec les prévisions (fig. 4)

	U2	U3	U4
T2	52.1 57.2 52.5 58.8 54.7 57.3	60.1 61.4	55.9 ? 64.1
T3	-	Z	+
T4	Z	+	+
T5	+	65.2 66.2 66.9	++

fig. 4 : projection des niveaux sonores mesurés en R3:

Les différents échantillons, de durée variable se positionnent bien, qualitativement, dans les différentes cellules de la grille.

Les niveaux équivalents par classe $UiTi$ sont les suivants :

U2T2: 55.6 dB(A) U3T2: 60.3 dB(A)
 U4T2: 62.4 dB(A) U3T3: 64.5 dB(A)
 U4T3: 64.5 dB(A) U3T5: 66.2 dB(A)

On observe bien une augmentation significative du niveau sur la suite U2T2, U3T2 et U4T2, et de U3T2 à U3T5.

Par ailleurs, si on estime le niveau sonore en situation sans effets météo (en U3T3) à environ 64 dB(A), on constate bien la non symétrie entre les zones à

renforcement du niveau sonore et les zones à atténuation. Ceci se caractérise par un écart plus faible du niveau en U3T5 par rapport à U3T3. On constate également une plus grande dispersion dans les résultats en zone (-) qu'en zone (+).

Une analyse du récepteur R6 fournit des résultats analogues. Ainsi, le regroupement des L_{Aeq} dans chaque classe $UiTi$ fournit les résultats suivants :

U2T2: 54.8 dB(A) U3T2: 54.8 dB(A) U4T2: 60.1 dB(A)
 U3T3: 64.4 dB(A) U4T3: 64.4 dB(A) U3T5: 65.2 dB(A)

En procédant à une analyse identique, pour les récepteurs placés seulement à 320m de la source, on constate également que la grille fournit des résultats corrects. Les L_{Aeq} de chaque classe $UiTi$ au récepteur R5 (donc à 320m et 1,5m du sol) sont les suivants :

U2T2: 60.8 dB(A) U3T2: 66.1 dB(A) U4T2: 68.1 dB(A)
 U3T3: 73.5 dB(A) U4T3: 73.5 dB(A) U3T5: 76.5 dB(A)

En estimant à 73 dB(A) le niveau sonore sans effets météo (U3T3), on constate comme à 640m, qu'à mesure que l'on se rapproche d'un vent portant, les écarts à la valeur de référence 73dB(A) diminuent. C'est à dire que l'on constate expérimentalement qu'une situation défavorable pour la propagation (notée - ou --) produit des niveaux très faibles et (théoriquement) très dispersés, et qu'inversement une situation favorable (notée + ou ++) produit des niveaux peu dispersés et peu supérieurs à une mesure sans effets météo.

La classe U3T5 correspond à une propagation favorisée (notée +). On y observe en effet des niveaux sonores supérieurs à ceux obtenus dans les classes précédemment citées.

Pour le récepteur R2, on observe la même progression sur U2T2 U3T2 et U4T2. L'illustration d'une propagation favorisée, en U3T5 est moins nette qu'en R5. Par contre, on observe très bien que la dispersion des niveaux obtenus est décroissante suivant U2T2, U3T2 et U4T2.

6 - CONCLUSION

Une expérimentation nous a donc permis de valider l'emploi de cette grille. Il est ainsi désormais possible d'en avoir une utilisation qualitative, dans des applications opérationnelles, et de bénéficier de sa grande simplicité d'emploi.

Cette grille va faire l'objet par la suite, d'affinages éventuels, notamment dans les zones extrêmes de compensation (U4T2 et U2T4).

Bibliographie :

- [1] SECHET, GROLLEAU ; *Influence des conditions météorologiques sur la propagation du son* Institut de Mathématiques Appliquées - Angers - 1992
- [2] ZOUBOFF, BERTRAND, BRUNET ; *Prise en compte qualitative de l'influence des conditions météorologiques dans la propagation du bruit à grande distance* EUROSYPHOSIUM "maîtrise du bruit routier en milieu urbain" Mai 1992
- [3] ZOUBOFF, BRUNET, BERTRAND, SECHET ; *A qualitative approach of meteorological effects on noise propagation* - à paraître dans Applied Acoustics