

Evaluation of the sound environment of the city of Biskra (Algeria)

Évaluation de l'environnement sonore de la ville de Biskra (Algérie)

Tallal Abdel Karim Bouzir , Nourdinne Zemmouri

Département d'architecture, LACOMOFA, Université de Mohamed khider, Biskra, 07000, Algeria

Received 11 March 2017

Published online: 23 May 2018

Keywords

Noise pollution

Road traffic

Sound exposure

Public health

Abstract: This research concerns the quantitative evaluation of the urban sound environment of the city of Biskra. The aim was to determine the quality of the soundscape based on in situ measurement, using a Landtek SL5868P sound level meter. 62 points have been identified to represent the whole city. The results show that the noise level varies from 54.1 to 75.8 dB(A) during the weekdays and from 50.4 to 74.2 dB(A) during the weekend. In addition, 90% of the results of the weekday measurements and 81% of the results of the weekend measurements exceed the recommended levels given by the World Health Organization. The present urban sound exposure could have a substantial impact on the overall comfort of inhabitants and increase the risk of the syndrome of the sick cities.

© 2018 The authors. Published by the Faculty of Sciences & Technology, University of Biskra. This is an open access article under the CC BY license.

Résumé : Cette recherche concerne l'évaluation quantitative de l'environnement sonore urbain de la ville de Biskra. L'objectif est de déterminer la qualité du paysage sonore sur la base d'une campagne de mesures de 62 points qui cadre la ville dans sa globalité, en utilisant un sonomètre Landtek SL5868P. Le résultat obtenu montre que le niveau sonore varie de 54.1 à 75.8 dB(A) durant les jours ouvrables et de 50.4 à 74.2 dB(A) pendant le weekend. En plus, 90 % des valeurs mesurées en jours de semaine et 81 % durant les weekends ont des niveaux d'intensité sonore excessive qui ont dépassé les niveaux acceptés par les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé. En effet, ces niveaux de bruit très élevés influencent la qualité de vie, le confort acoustique et provoquent des risques multiples pour la santé des citoyens.

Mots clés : Pollution sonore ; cartographie ; Trafic routier ; Intensité sonore ; Santé publique.

1. Introduction

Biskra est considérée comme l'une des grandes villes du Sud algérien. Durant ces dernières années, elle a connu un développement important dans le secteur de l'industrie et des services ainsi qu'une urbanisation rapide, massive, mais malheureusement mal planifiée (Farhi 2002). Cette croissance démesurée a engendré un revers négatif sur la qualité de vie et des ambiances urbaines qu'elles soient aéraluques, thermiques ou acoustiques. Cette présente recherche se focalise sur la pollution sonore, qui représente le troisième type de pollution environnementale le plus dangereux pour la santé de l'homme (Zannin et al. 2006). Elle est causée principalement par le bruit du trafic routier (Morillas et al. 2002), classé par l'Agence américaine de protection de l'environnement comme l'un des polluants principaux de l'environnement urbain depuis les années soixante-dix (Grant et al. 2000). En effet, un excès du niveau de bruit urbain peut provoquer une gêne et un stress ainsi que des pertes auditives (Dalton et al. 2001), des perturbations de sommeil (Muzet 2002, Happerin 2014, Lévy et al. 1976), des pathologies cardiovasculaires, voire mentales (Lercher et al. 2000, Yuen 2014, Berglund et al. 1999, Bruno and Gissing 2011).

L'objectif principal de la présente recherche est d'évaluer le niveau de pollution sonore dans la ville de Biskra par rapport aux recommandations nationales et internationales sur la base d'une

campagne de mesures in situ ainsi qu'une analyse comparative des niveaux sonores réels existant sur l'ensemble de la ville (figure 1).

2. Niveaux sonores limites admissibles

En Algérie, le niveau sonore limite admissible dans les zones d'habitation et dans les voies et les lieux publics ou privés est 70 dB (JORADP, 1993). Cette valeur est conforme aux normes internationales telles que celles proposées par l'OMS (Yuen 2014) à l'exception des zones résidentielles où ce niveau dépasse de loin le niveau sonore maximum admis (tableau 1).

3. Méthodologie

3.1 Choix des stations de mesure

La ville de Biskra se caractérise par un paysage urbain très hétérogène, qui se compose principalement de quatre types de



Fig. 1. Exemples des sources principales du bruit dans la ville de Biskra.


 Corresponding author. E-mail address: bouzirtallal@gmail.com

Tableau 1. Valeurs limites permises de bruit en milieu urbain.

Pays organisations	a	b	c
Algérie [Décret exécutif n°93-184]	-	70	70
l'Inde (Kumar 2011)	75	65	55
Arabie saoudite (Ghonamy 2010)	70	65-60	55
Bangladesh (Amin et al. 2014)	75	65	55
OMS (Yuen 2014)	-	70	55
Brésil (Zannin et al.2002)	70	60	55

bruit en milieu d'origine (a) Industrielle, (b) Commerce & résidentiel (mixte) et (c) Résidentielle

morphologies urbaines qui sont (i) l'ancien tissu, (ii) le quartier colonial, (iii) les tissus auto-construits non planifiés (spontané), et (iv) les tissus contemporains (Hamel et Mazouz, 2007, Bouzir and Zemmouri, 2017), comme le montre la figure 2.

Afin de couvrir la ville dans sa globalité, 62 stations de mesure réparties sur toutes les entités urbaines représentatives ont été sélectionnées dans cette étude. Le tableau 2 et la figure 3 montrent le nombre et le positionnement des stations de mesure.

3.2 Protocole de mesure

Une campagne de mesures a été effectuée à l'aide d'un sonomètre Landtek SL5868P, avec une pondération temporelle (Fast) et fréquentielle (A) afin de mesurer le niveau sonore équivalent durant une minute (Leq_{1min}).



Fig. 2. Types des morphologies urbaines dans la ville de Biskra sur le plan historique.

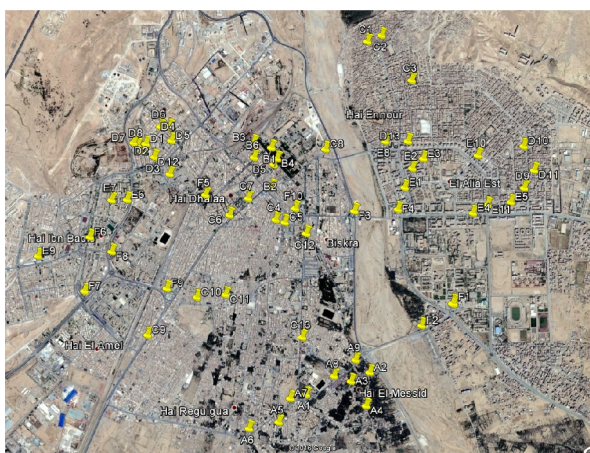


Fig. 3. Identification des stations de mesure du bruit sur la carte de Biskra.

Tableau 2. Distribution des stations de mesure par type de morphologie urbaine.

Tissu urbain	Nombre de stations de mesures
Ancien tissu	9
Quartier colonial	6
Auto construits non planifiés	13
Auto construit planifié (lotissements)	13
Habitat collectif	11
Voies et places publiques	10

Conformément aux normes de l'association française de normalisation (AFNOR 1996), le sonomètre était placé à une distance minimale de 2m de toutes les façades et les murs et à une hauteur de 1,5 m, comme l'illustre la Figure 4. Les mesures sont effectuées durant les jours de semaine et les weekends et hors heures de pointe, en effet, ces derniers ne représentent pas l'environnement sonore de la ville, mais seulement des situations extrêmes pour des courtes durées.

La campagne de mesures a été effectuée dans des conditions climatiques idéales (pas de vent ni de pluie). En effet, ces deux phénomènes influencent la précision des mesures (Malchaire, 2003; Boyes, 2009). Le tableau 3 représente les conditions climatiques lors de l'acquisition des données.

4. Analyse des résultats

4.1 Taux de pollution sonore

4.1.1 Taux de pollution sonore selon les recommandations nationales

Il ressort du tableau 4, qui résume l'ensemble des résultats des mesures, que le niveau de bruit de la ville de Biskra varie durant les jours de semaine entre 54.1 dB(A) mesurée dans le point D1 (Hai El Mojahidine) et 75.8 dB(A) dans le point C 12 (boulevard

Tableau 3 : Conditions climatiques pendant l'acquisition des données
Source: (<http://www.historique-meteo.net/>)

	La date	heure	température	humidité	Vent
Le week-end	04/11/2016	9-11 h	26	27 %	Faible
	05/11/2016	9-11 h	25	35 %	Faible
Jour de semaine	09/11/2016	9-11 h	17	50 %	Faible
	10/11/2016	9-11 h	19	47 %	Faible

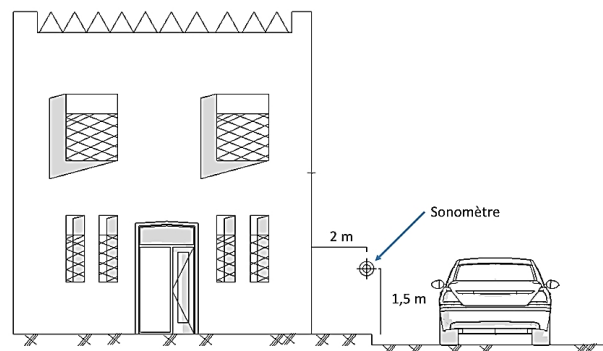


Fig. 4. Mise en place du sonomètre.

d'EL Azilat). Tandis que, le niveau d'intensité sonore mesuré pendant les weekends est légèrement faible par rapport à celle des jours de semaine, elle varie entre 50.4 dB(A) dans le point B 5 (Quartier colonial) et 74.2 dB(A) dans le point C 12. En comparant les résultats des mesures avec la valeur limite admissible du décret 93-184(70 dB) (figure 5) (JORADP, 1993), il a été noté que 54 % des niveaux sonores mesurés dans cette ville en jours de semaine et plus de 45% durant les weekends sont dépassés la valeur maximale autorisée par la législation urbaine Algérienne. Par ailleurs, il convient de noter que la pollution sonore dans cette ville est causée principalement par le bruit de trafic routier notamment les vétustes bus de transport et les cyclomoteurs très bruyants et largement utilisés. Selon les normes urbaines Algériennes et d'après la figure 6, on peut remarquer que plus de 55% des valeurs mesurées durant les jours ouvrables et 45% pendant les weekends dans l'ancien tissu ont dépassé la valeur limite admissible. Alors que plus de 33% des intensités sonores mesurées durant les jours de semaine et seulement 16% en weekend dans le quartier colonial ont dépassé les valeurs admissibles.

Tableau 4 : Résultats des mesures.

N point	Leq _{1min} week-end dB(A)	Leq _{1min} jour de sem dB(A)	Coordonnées GPS	
(A) Les résultats des mesures dans l'ancien tissu urbain				
A1	70,1	73,2	34°50'7.18"N	5°43'49.63"E
A2	57,6	55,3	34°50'13.97"N	5°44'15.12"E
A3	58,7	57,2	34°50'11.21"N	5°44'7.65"E
A4	66,3	72,6	34°50'3.13"N	5°44'13.44"E
A5	54,4	60,2	34°49'58.36"N	5°43'38.54"E
A6	71,9	69,9	34°49'56.48"N	5°43'26.69"E
A7	72,2	72,2	34°50'6.00"N	5°43'43.26"E
A8	71,4	74,3	34°50'13.02"N	5°44'0.88"E
A9	67,9	69,7	34°50'18.12"N	5°44'9.58"E
(B) Les résultats des mesures dans le quartier colonial				
B1	68,7	74,1	34°51'28.01"N	5°43'37.51"E
B2	73,7	73,2	34°51'15.16"N	5°43'37.39"E
B3	52,9	58,8	34°51'29.79"N	5°43'30.45"E
B4	54,3	56,7	34°51'24.35"N	5°43'39.68"E
B5	50,4	54,2	34°51'22.44"N	5°43'38.35"E
B6	65,1	65,8	34°51'24.94"N	5°43'30.50"E
(C) Les résultats des mesures dans les quartiers autos construites non planifiés				
C1	68,7	70,4	34°52'2.34"N	5°44'16.76"E
C2	70,2	73,3	34°52'4.26"N	5°44'22.45"E
C3	70,3	73,2	34°51'49.30"N	5°44'34.17"E
C4	60,6	63,2	34°51'4.38"N	5°43'38.68"E
C5	70,9	72,2	34°51'3.49"N	5°43'42.36"E
C6	71,3	73	34°51'6.16"N	5°43'20.32"E
C7	71,1	73,7	34°51'11.53"N	5°43'27.90"E
C8	72,6	70,9	34°51'27.21"N	5°43'59.14"E
C9	70,9	74,5	34°50'27.45"N	5°42'46.81"E
C10	70,2	73,3	34°50'39.49"N	5°43'6.65"E
C11	66,4	72,3	34°50'40.22"N	5°43'18.19"E
C12	74,2	75,8	34°50'59.68"N	5°43'50.87"E
C13	71,5	70,6	34°50'25.88"N	5°43'48.54"E

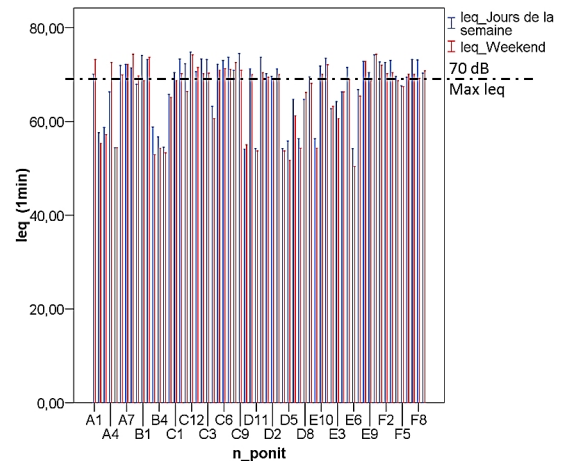


Fig. 5. Fluctuations de l'intensité sonore sur l'ensemble des morphologies.

Nous pouvons remarquer également que plus de 55% des valeurs mesurées dans l'ancien tissu en jours ouvrables et 45% durant les weekends ont dépassé les valeurs limites autorisées, tandis que ce pourcentage est égale à 33% pendant les jours de semaine et à seulement 16% en weekend, dans le quartier colonial.

N point	Leq _{1min} week-end dB(A)	Leq _{1min} jour de sem dB(A)	Coordonnées GPS	
(D) Les résultats des mesures dans les quartiers autos construits planifiés				
D1	55	54,1	34°51'29.99"N	5°42'47.18"E
D2	69,2	69,6	34°51'27.57"N	5°42'46.07"E
D3	70	71,2	34°51'25.63"N	5°42'50.67"E
D4	53,7	54,3	34°51'35.36"N	5°42'56.97"E
D5	51,7	55,8	34°51'30.91"N	5°42'57.47"E
D6	61,2	64,7	34°51'35.54"N	5°42'53.24"E
D7	54,3	56,3	34°51'30.39"N	5°42'42.37"E
D8	66,2	64,7	34°51'29.57"N	5°42'43.86"E
D9	68,1	69,5	34°51'13.32"N	5°45'18.48"E
D10	70	71,2	34°51'27.09"N	5°45'18.65"E
D11	53,7	54,2	34°51'19.10"N	5°45'22.71"E
D12	70,4	73,7	34°51'19.97"N	5°42'56.63"E
D13	69,4	70,2	34°51'29.32"N	5°44'32.23"E
(E) Les résultats des mesures dans les quartiers d'habitat collectif				
E1	54,3	56,3	34°51'14.18"N	5°44'30.53"E
E2	63,2	62,7	34°51'20.45"N	5°44'33.74"E
E3	60,6	64,2	34°51'23.55"N	5°44'38.22"E
E4	66,3	63,8	34°51'5.41"N	5°44'57.66"E
E5	68,9	71,5	34°51'8.79"N	5°45'12.92"E
E6	53,3	54,5	34°51'11.80"N	5°42'39.37"E
E7	65,4	66,8	34°51'11.77"N	5°42'33.23"E
E8	72,8	72,8	34°51'29.44"N	5°44'23.12"E
E9	68,7	70,4	34°50'53.85"N	5°42'3.30"E
E10	70,1	71,8	34°51'24.30"N	5°45'0.19"E
E11	72,1	73,5	34°51'8.06"N	5°45'3.58"E
(F) Les résultats des mesures dans les voies et places publiques				
F1	74,3	74,2	34°50'35.49"N	5°44'48.82"E
F2	70,2	72,6	34°50'28.92"N	5°44'36.30"E
F3	70,4	73	34°51'6.79"N	5°44'10.26"E
F4	68,7	69,6	34°51'7.08"N	5°44'27.67"E
F5	67,4	67,6	34°51'12.93"N	5°43'10.81"E
F6	70,1	69,4	34°50'59.77"N	5°42'24.28"E
F7	70,1	73,2	34°50'42.15"N	5°42'21.83"E
F8	69,2	73,1	34°50'54.86"N	5°42'32.93"E
F9	70,8	70,3	34°50'42.55"N	5°42'54.78"E
F10	72	72,7	34°51'7.98"N	5°43'46.63"E

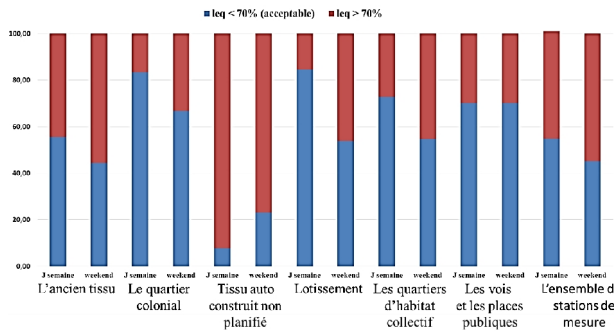


Fig. 6. Le taux de pollution sonore selon les recommandations nationales.

Par ailleurs, le pourcentage de valeurs excessives qui a été enregistré dans les tissus urbains auto-construits non planifié (spontané) est correspondant à 92.3% durant les jours ouvrables et à plus de 76% en weekend, bien que ce pourcentage est égal dans les lotissements à seulement 15% durant les jours de semaine et à 45% pendant les weekends.

D'autre part, il ressort des résultats des mesures dans les quartiers d'habitat collectif que 27% des intensités sonores mesurées durant les jours de semaine et 45% pendant les weekends ont des valeurs excessives qui ont dépassé le 70 dB.

Tandis que ce pourcentage correspond à 70 % dans les voies et les places publiques pendant les jours ouvrables comme en weekends.

4.1.2 Le taux de pollution sonore selon les recommandations internationales.

La comparaison entre les niveaux sonores mesurés dans les quartiers de la ville de Biskra et les limites établies pour les zones résidentielles par l'OMS (55 dB), montre clairement que le problème de la pollution sonore est très évident dans cette ville avec un degré de gravité qui change d'une zone urbaine à l'autre, (voir figure 7).

Il ressort du tableau 4, que plus de 89 % des valeurs mesurées dans l'ancien tissu urbain pendant les jours de semaine ainsi que durant les weekends ont dépassé la limite du niveau de l'intensité sonore recommandé par l'OMS. Alors que 83% des niveaux d'intensités sonores mesurés dans le quartier colonial en jours ouvrables et 50 % durant les weekends ont dépassé cette valeur autorisée.

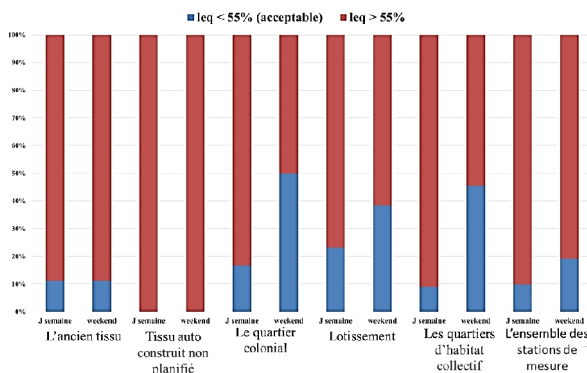


Fig. 7. Le taux de pollution sonore selon les recommandations internationales.

Par ailleurs, tous les environnements sonores mesurés dans les quartiers auto-construits non planifiés, pendant les jours de semaine et en weekends ont des niveaux d'intensité excessive. D'autre part, nous avons remarqué dans les quartiers auto-construits planifiés comme le cas de Hai el Moudjahidine et le quartier de 17 coopératives que le pourcentage des niveaux sonores qui a dépassé les limites autorisées est de 77% en jours ouvrables et de 62% durant les weekends. En outre, un pourcentage très élevé des valeurs excessives a été observé dans les quartiers d'habitat collectif en jours de semaine qui correspondent à 90% alors que cette valeur a diminué à 54% pendant les week-ends.

En général, 90 % des environnements sonores mesurés durant les jours de semaine et 81% pendant les weekends subissent une pollution acoustique. Comme le montre la figure 7.

Remarque : Dans cette partie, les valeurs mesurées dans les voies et les places publiques n'ont pas été prises en considération, car cette limite de bruit (55 dB) est recommandée seulement pour les zones résidentielles.

Il convient de noter que le taux de pollution sonore le plus élevé se manifeste amplement dans les tissus spontanés caractérisés par leur plan dense et organique ainsi que par ses rues étroites en forme de U, suivi par l'ancien tissu et le quartier colonial.

Une très faible différence entre le niveau d'intensité sonore mesurée les weekends et les jours de semaine peut être remarquée dans toutes les entités urbaines comme le montre la figure 8. Cette différence ne dépasse pas le 3 dB dans 73 % des points mesurés. Ces valeurs convergentes peuvent s'expliquer d'une part, par l'augmentation du niveau d'intensité sonore due à l'augmentation de la vitesse des véhicules pendant les weekends à cause du faible flux de trafic routier, et d'autre part, par les événements spéciaux de fin de semaine comme les marchés qui se trouvent dans plusieurs endroits de la ville affectant l'environnement sonore.

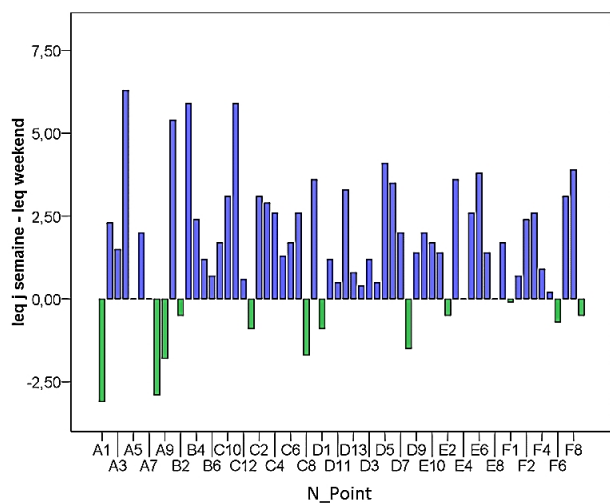


Fig. 8. La différence entre le niveau d'intensité sonore mesurée le weekend et les jours de semaine

Les résultats de cette recherche montrent aussi qu'en plus du flux de trafic routier et des types d'activités urbaines, les caractéristiques morphologiques ont également un impact significatif sur la qualité de l'environnement sonore.

5. Conclusion

Cette étude d'évaluation a mis l'accent sur la qualité d'environnement sonore, il est clair que le problème de la pollution sonore est très évident dans la ville de Biskra. Plus de 90% des résultats de mesure obtenus en jours de semaine et de 81% des résultats obtenus le weekend ont des niveaux d'intensité sonore excessifs, qui dépassent les limites proposées dans les normes internationales.

Cet état du fait affecte la qualité de vie ainsi que la santé des habitants comme il peut aussi perturber l'écosystème de la ville (Halfwerk et al. 2011, Slabbekoorn and Ripmeester 2008, Parris, and Schneider 2009), c'est pour cela des actions rapides doivent engager dans l'immédiat afin de garantir aux habitants un environnement sain et confortable. La dimension acoustique doit être dorénavant un enjeu majeur dans les développements urbains futurs pour un urbanisme écologique et durable

Références

- AFNOR (1996) Acoustique : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement. NF S 31-010. Paris : AFNOR, p.15.
- Al-Ghonamy, A.I. (2010). Analysis and evaluation of road traffic noise in Al-Dammam: A business city of the eastern province of KSA. *Journal of Environmental Science and Technology*, 3(1), 47-55.
- Amin, N., I. Sikder, M.A. Zafar, M.A.I. Chowdhury (2014) Assessment of noise pollution of two vulnerable sites of Sylhet city, Bangladesh. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering* 6(3): 112-120.
- Berglund, B., T. Lindvall, D.H. Schwela (1999) Guidelines for community noise. In *Guidelines for community noise*. OMS.
- Bouzir, T.A.K., N. Zemmouri (2017) Effect of urban morphology on road noise distribution. *Energy Procedia*, 119, 376-385.
- Boyes, W. (2009) *Instrumentation reference book*. Butterworth-Heinemann. P 619
- Bruno, V., V. Gissinger (2011) *Les effets du bruit sur la santé*, Synthèse documentaire acoutité.
- Dalton D.S., K.J. Cruickshanks, T.L. Wiley, B.E. Klein, R. Klein, T.S. Tweed (2011) Association of leisure-time noise exposure and hearing loss. *Audiology* 40: 1-9.
- Farhi, A. (2002) Biskra : de l'oasis à la ville saharienne (Note). *Méditerranée* 99(3): 77-82.
- Fritschi, L., L. Brown, R. Kim, D. Schwela, S. Kephapopoulos (2011) *Conclusions [Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy years life lost in Europe]*. World Health Organisation.
- Grant, J., W. Schroeder, B. Petersen, M. O'Neill (2000) *Our built and natural environments: A technical review of the interactions between land use, transportation, and environmental quality*. Report No. EPA-R-00-005, Washington.
- Halfwerk, W., L.J. Holleman, C.K. Lessells, H. Slabbekoorn (2011) Negative impact of traffic noise on avian reproductive success. *Journal of applied Ecology* 48(1): 210-219.
- Halperin, D. (2014). Environmental noise and sleep disturbances: A threat to health?. *Sleep science* 7(4): 209-212.
- Hamel, K., S. Mazouz (2007) The compact city: an urban path towards sustainability in arid areas. Portugal SB07-Sustainable Constructio, Materials and Practices: Challenge of the Industry for the New Millennium, 650-657.
- JORADP (1993) Règlementant l'émission des bruits, Décret exécutif n°93-184 du 27 juillet 1993, Journal officiel de la République algérienne 50(28).
- Kumar, S. (2011) Assessment of Urban Noise Pollution in Vijayawada City, AP, India. *International Journal of Earth Sciences and Engineering* 4(6): 459-463.
- Lercher, P., Widmann, U., & Kofler, W. (2000, August). Transportation noise and blood pressure : the importance of modifying factors. In *Proceedings of the 29th International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering* (Cassereau D, ed). *InterNoise* (Vol. 4, pp. 2071-2075).
- Lévy-Leboyer, G., Vedrenne, B., & Veyssière, M. (1976). Psychologie différentielle des genes dues au bruit. *L'année psychologique*, 76(1), 245-256.
- Malchaire, J. (2001). Sound measuring instruments. *Occupational exposure to noise: Evaluation, prevention and control*, 125-140.
- Morillas, J. B., Escobar, V. G., Sierra, J. M., Gómez, R. V., & Carmona, J. T. (2002). An environmental noise study in the city of Cáceres, Spain. *Applied acoustics* 63(10): 1061-1070.
- Muzet, A. (2002). Les effets du bruit sur le sommeil. *Acoustique & techniques* 28: 13-9.
- Parris, K., A. Schneider (2009) Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. *Ecology and society* 14(1): 29.
- Slabbekoorn, H., E.A.P. Ripmeester (2008) Birdsong and anthropogenic noise: implications and applications for conservation. *Molecular ecology* 17(1): 72-83
- Yuen, F. K. (2014). A vision of the environmental and occupational noise pollution in Malaysia. *Noise and Health* 16(73): 427.
- Zannin, P. H. T., Diniz, F. B., & Barbosa, W. A. (2002). Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil. *Applied Acoustics*, 63(4), 351-358.
- Zannin, P. H. T., Ferreira, A. M. C., & Szeremetta, B. (2006). Evaluation of noise pollution in urban parks. *Environmental Monitoring and Assessment* 118(1-3): 423-433.