

# PROPOSITION DE PROTOCOLE DE MESURE DIT « EN U » - JUIN 2018

## APPLICATION DU DÉCRET N° 2017-1244 DU 7 AOÛT 2017

MÉTHODOLOGIE DE MESURES DU NIVEAU SONORE MAXIMUM EN TOUT POINT ACCESSIBLE AU PUBLIC A PARTIR DE MESURES EN POINT FIXE À LA CONSOLE.

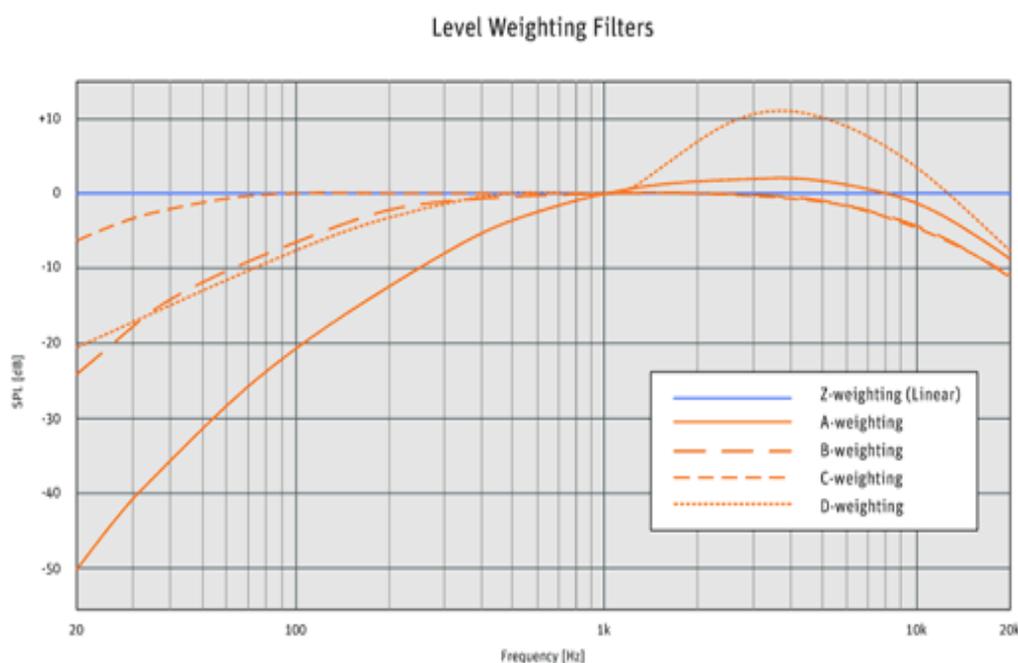
### OBJET

L'objectif est définir un protocole de mesure permettant de mesurer le niveau sonore moyen maximum en tout point accessible au public, en utilisant une mesure spatiale et temporelle dans l'espace sonorisé, sans être obligé d'utiliser plusieurs microphones placés dans le public.

La mesure en dB (A) représentative du « tout point accessible au public » comportait déjà beaucoup d'incertitudes, notamment dues au positionnement du micro de mesure.

L'introduction de la mesure en dB (C) dans le nouveau décret engendre encore plus d'incertitudes de mesure si la mesure est réalisée en un seul point.

Pour mémoire, les musiques actuelles se composent d'environ 15 dB de plus dans les basses fréquences que dans les mediums. Les niveaux sonores en dB (C) sont alors constitués à 90 % de basses fréquences.



Le fait de réaliser une mesure temporelle en se déplaçant dans l'espace sonorisé puis en réalisant une moyenne LEQ glissant, permet de diminuer les incertitudes de mesure et de les rendre physiquement cohérentes. Elle est, de plus, réalisable avec un sonomètre standard.

Le microphone de l'afficheur ne pouvant pas être installé dans le public pour des raisons évidentes de sécurité, il convient donc de corriger l'impact de sa position à l'emplacement du contrôle de la sonorisation en appliquant un offset par bandes de fréquences (ou fonction de transfert) calculé à partir des mesures précédemment réalisées.

# PROPOSITION DE PROTOCOLE DE MESURE DIT « EN U » - JUIN 2018

## APPLICATION DU DÉCRET N° 2017-1244 DU 7 AOÛT 2017

### LIMITES DE LA MÉTHODE

La mesure par fonction de transfert est seulement exacte pour l'énergie diffusée par la sonorisation de façade.

Il faut donc être prudent avec cette méthode pour les concerts avec une scène bruyante car les niveaux sonores en provenance de la scène ne sont pas pris en compte dans la mesure à la console.

La meilleure méthode pour surveiller les niveaux sonores en provenance de la scène, est la mise en place d'un système à plusieurs microphones répartie sur toute la largeur de la scène.

### MÉTHODOLOGIE

1 - Génération du bruit de référence

2 - Mesure en moyenne spatiale

2.1 - Cas standard du U

2.2 - Cas particuliers

3 - Recherche du niveau maximum

4 - Mesure du point de référence à la console

5 - Méthode de calcul des corrections

6 - Configuration de l'afficheur

7 - Adaptation aux contraintes du live

8 - Mise en garde particulière pour l'affichage des niveaux sonores à partir du signal électrique en sortie de console

# PROPOSITION DE PROTOCOLE DE MESURE DIT « EN U » - JUIN 2018

## APPLICATION DU DÉCRET N° 2017-1244 DU 7 AOÛT 2017

### 1 - GÉNÉRATION DU BRUIT DE RÉFÉRENCE

Diffuser un bruit rose cohérent avec les niveaux d'exploitation habituels, largement au-dessus du niveau sonore du bruit fond (+20 dB minimum). Ce bruit rose deviendra la référence. Il est donc important de prendre les précautions nécessaires pour pouvoir le reproduire à l'identique, notamment afin de permettre une auto-vérification ultérieure de l'afficheur.

### 2 - MESURE EN MOYENNE SPATIALE

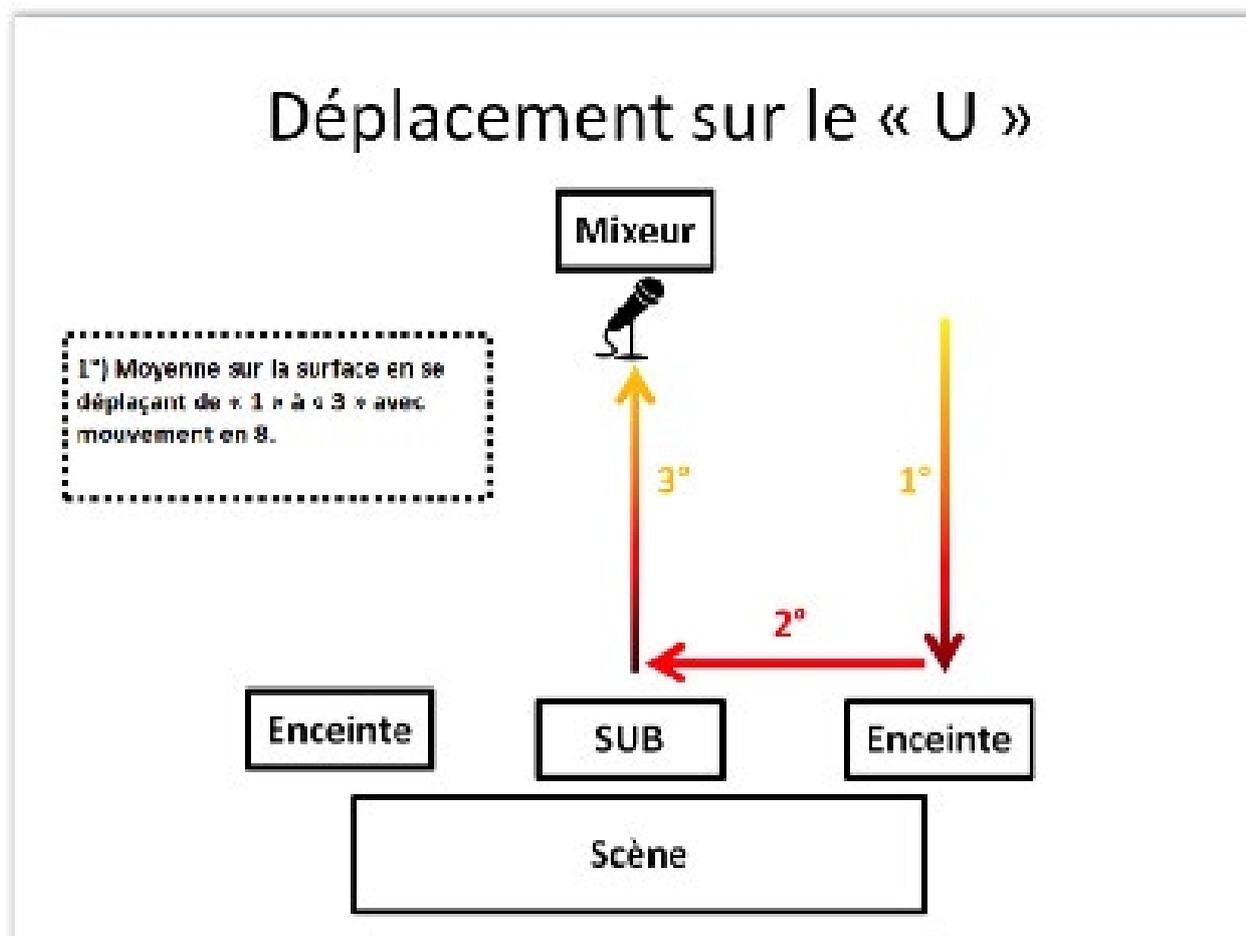
Réaliser une mesure en se déplaçant dans tout l'espace accessible au public en privilégiant les endroits où le niveau sonore est le plus élevé:

\* En décrivant des 8 en même temps que l'on se déplace dans l'espace (déplacements du sonomètre, de haut en bas et de droite à gauche le plus largement possible).

\* La mesure doit être faite à plus de 50 cm de la source sonore.

#### 2.1 - CAS STANDARD DU U

Quand l'espace recevant du public représente une surface symétrique (en forme de rectangle par exemple), et que la sonorisation est constituée d'un système de diffusion « classique » la méthode dite du « U » permet généralement de trouver le niveau maximum sans décrire toute la surface. La mesure devra durer au minimum 2 min pour être représentative.



# PROPOSITION DE PROTOCOLE DE MESURE DIT « EN U » - JUIN 2018

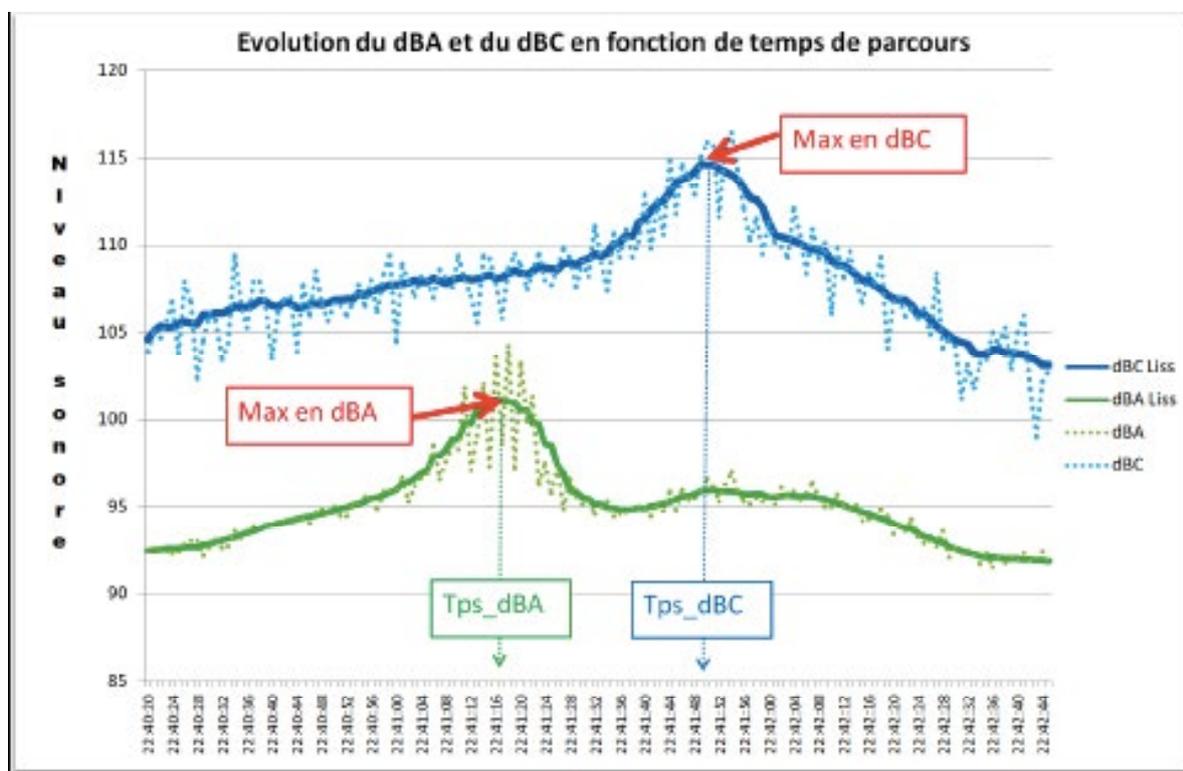
## APPLICATION DU DÉCRET N° 2017-1244 DU 7 AOÛT 2017

### 2. 2 - CAS PARTICULIERS

Dans le cas où l'espace recevant le public n'est pas symétrique ou dans le cas d'une sonorisation répartie dite « multi-diffusion », il est préconisé de se déplacer lentement dans tout l'espace durant un temps minimum de 5 min. L'objectif est de couvrir l'ensemble de l'espace sonorisé en privilégiant les emplacements où le son est potentiellement le plus fort.

### 3 - RECHERCHER LE NIVEAU MAXIMUM

Une fois la mesure effectuée dans l'espace sonorisé, (avec un lissage par Leq glissant symétrique de 11s), il faudra repérer les niveaux max en dB (A) et dB (C) sur l'évolution temporelle. On pourra en déduire l'horaire correspondant au maximum en dB (A) et en dB (C) (voir schéma ci dessous).



Dans notre exemple, le niveau maximum en dB (A) est situé à 22H41m17s et en dB (C) à 22H41m50s.

# PROPOSITION DE PROTOCOLE DE MESURE DIT « EN U » - JUIN 2018

## APPLICATION DU DÉCRET N° 2017-1244 DU 7 AOÛT 2017

### 4 - MESURE DU POINT DE RÉFÉRENCE À LA CONSOLE

Faire une mesure avec le même bruit rose au point choisi comme référence (dans le texte du décret, il est préconisé à l'emplacement de contrôle de la sonorisation, donc à la console son) : Il est souhaitable que le capteur soit placé dans l'axe du système, le plus équidistant possible des différentes sources. Il devra pouvoir demeurer à cet endroit de manière permanente. Ce point choisi sera à inclure dans le « certificat de pose » de l'afficheur. Il est conseillé de le placer suffisamment en hauteur pour diminuer les erreurs liées aux bruits provenant du public (cris, applaudissements), en prenant tout de même la précaution de rester dans l'angle de couverture des enceintes (directivité verticale de couverture des enceintes).

### 5 - MÉTHODE DE CALCUL DES CORRECTIONS

L'objectif est de calculer l'offset par bandes d'octaves entre les niveaux maxima mesurés dans l'espace sonorisé recevant du public et le niveau sonore mesuré par le microphone de référence au niveau de la console.

Cette différence est ensuite intégrée dans l'afficheur. Elle sera ajoutée à la mesure réalisée au niveau du point de référence à la console, afin que l'afficheur indique le niveau correspondant au point le plus exposé après recombinaison du dB (A) et du dB (C) à partir des niveaux sonores par bandes corrigées.

Ex pour le dB (A).

	Recherche dBA max	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz		
	22:41:12	103,1	103,9	97,6	96,1	92	91,5	88,9	89,4	79,5		
	22:41:13	98	101,4	93,8	88,2	80,5	82,2	91,5	93,5	85,4		
	22:41:14	104,3	104,8	98	87,2	84,5	94,1	94,9	97,4	93		
	22:41:15	103,7	107,3	99,7	88,7	89	90,5	88,3	91,5	85,3		
	22:41:16	104,7	101,7	84,3	96,9	94,6	95,6	95,1	98,9	95,5		
1a	22:41:17	99,7	101,4	98,8	96,6	92,8	93	91,1	92,3	83,2		
	22:41:18	104	105,8	94,6	87,3	85	86,4	86,7	88,8	86,3		
	22:41:19	101,1	107,8	87,9	84,2	80,5	89,3	89,3	91,1	82,8		
	22:41:20	103,9	103,8	87,5	87	81,8	85,2	84,8	88,8	85,9		
	22:41:21	100,2	101,8	84,2	86,1	82,1	82,7	82,1	84,8	87,3		
	22:41:22	103,2	105,1	98,9	89	81,7	83,8	83,4	86,4	82,3		
2a	LEQ	102,9	104,9	97,7	96,1	92,8	93,6	92,9	96,1	92,1		dBA Console
3a	Console	93,5	99,2	90,9	87,8	86,9	87,0	84,5	85,6	77,3		92,9 dBA
4a	Correction dBA	9,4	5,3	6,8	8,3	5,1	6,6	8,4	10,4	14,8		
5a	Pondération A	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1		dBA Max
6a	valeur pondérée et corrigée	63,5	78,7	81,6	87,5	89,6	93,6	94,1	97,1	91,0		101,0 dBA

1a) Prendre 5s avant et 5s après l'horaire ou le dB (A) (1a) est maximum et en extraire les niveaux par bandes d'octave.

2a) Pour chacune des bandes faire la moyenne énergétique LEQ des 11 valeurs \*.

3a) Calculer la moyenne des spectres d'octaves au point de référence mesuré en point fixe : valeurs moyennes LEQ par bandes d'octave à la console.

4a) Calculer la correction : différence par bandes d'octave entre les niveaux maxima mesurés durant la mesure en U et celui pris à la console.

Quand les niveaux maximums en dB (A) et en dB (C) ne sont pas mesurés au même endroit physique ils n'apparaîtront pas au même horaire sur l'évolution temporelle et nécessiteront donc une fonction de correction séparée.

\* Ex le calcul de la Moyenne énergétique LEQ sur la bande d'octave de 31 Hz :

$$10 \times \text{Log}_{10} \left( \frac{(10^{103,1/10} + 10^{99,7/10} + 10^{103,9/10} + 10^{104,3/10} + 10^{103,7/10} + 10^{104,7/10} + 10^{99,7/10} + 10^{104,1/10} + 10^{103,1/10} + 10^{103,5/10} + 10^{100,2/10})}{11} \right) = 102,9 \text{ dB}$$

# PROPOSITION DE PROTOCOLE DE MESURE DIT « EN U » - JUIN 2018

## APPLICATION DU DÉCRET N° 2017-1244 DU 7 AOÛT 2017

Pour le dB (C), même méthodologie que pour le dB (A) vue précédemment :

	Recherche dB(C) max	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz		
	22:41:02	108,8	111	101,1	91,1	87,9	88,3	85,8	87,5	78,1		
	22:41:03	110,1	112,8	105,1	95,8	87,8	88,1	85,1	88,2	78,6		
	22:41:04	111,3	112,9	103,9	98,2	87	87,8	85,8	88,8	80,9		
	22:41:05	108,2	110,8	102,1	91,5	88,6	88,6	86	88,1	80,4		
	22:41:06	111,1	114,2	105,5	92	87,5	87,8	85	88,1	79,5		
Dc	22:41:17	110,8	114,1	108	90,7	87,4	88,1	88,1	87,8	77,7		
	22:41:08	113,3	114,7	105,2	91,7	87,2	88,5	85,7	88,5	80,1		
	22:41:09	108,5	108,8	101,1	91,4	87,8	88,7	85,1	88,8	81,7		
	22:41:20	110	114,2	105,7	91,2	88	87,7	85,3	88	79,4		
	22:41:21	111,5	115,1	110,3	91,6	87,1	88	85,2	87,7	77,8		
	22:41:32	111,3	113,4	108,1	91,2	87,8	88,3	85	88,8	80,8		
2c	LEQ	110,7	114,2	105,7	91,2	87,8	88,1	88,0	88,2	79,8		
3c	Console	93,5	99,2	90,8	87,8	86,9	87,0	84,5	85,0	77,1		dB(C) Console
4c	Correction dB(C)	17,2	14,9	14,9	1,3	0,7	1,1	1,5	1,6	2,5		100,7 dB(C)
5c	Pondération C	-3	-0,8	-0,2	0	0	0	-0,2	-0,8	-3		dB(C) max
6c	Valeurs pondérées et corrigées	107,7	112,4	105,5	90,2	87,8	88,1	87,8	87,4	76,8		114,8 dB(C)

## 6 - CONFIGURATION DE L'AFFICHEUR

Intégrer les valeurs des 2 corrections dans l'afficheur et vérifier, en diffusant le même bruit rose que lors de la procédure de mesurage, que les niveaux sonores affichés en dB (A) et en dB (C) correspondent bien aux valeurs maximales retenues sur l'évolution temporelle.

Certains afficheurs incorporent une fonction de calibration automatique. Il faudra alors seulement rentrer les valeurs linéaires (non pondérées) par bandes d'octaves calculées en « 2c » et lancer la calibration automatique.

## 7 - ADAPTATION AUX CONTRAINTES DU LIVE

Quand il est indispensable de pouvoir modifier le calage système, c'est-à-dire le réglage des enceintes, il est très fortement conseillé d'utiliser un système à plusieurs microphones afin de diminuer l'erreur de mesure liée à la mesure microphonique en un seul point.

Par ailleurs, si on modifie, à posteriori de la mesure en « U » initiale, l'égalisation d'une enceinte, cela risque de changer la courbe de compensation précédemment calculée. Une nouvelle mesure en « U » sera donc à réaliser pour recalibrer le système par rapport au point de référence à la console.

Pour ne pas modifier la façon dont s'additionnent les enceintes, il ne faut utiliser que des égalisations sur l'ensemble du système. Si l'on doit changer les réglages d'une enceinte séparément, il faudra refaire une mesure en U.

# PROPOSITION DE PROTOCOLE DE MESURE DIT « EN U » - JUIN 2018

## APPLICATION DU DÉCRET N° 2017-1244 DU 7 AOÛT 2017

### 8 - MISE EN GARDE PARTICULIÈRE POUR L'AFFICHAGE DES NIVEAUX SONORES À PARTIR DU SIGNAL ÉLECTRIQUE EN SORTIE DE CONSOLE:

Il est important de rappeler que le principe d'utilisation d'une fonction de correction peut également s'appliquer à un signal électrique plutôt qu'à une mesure microphonique.

Il faudra s'équiper d'un afficheur permettant ce type d'opération. Le principe de correction reste le même. Il suffit simplement de changer la référence acoustique (anciennement celle du microphone de référence) par une mesure du signal électrique pris en parallèle de l'entrée du système d'amplification.

Cette méthode procure l'avantage d'être insensible au bruit du public. Elle permet également de limiter les erreurs liées à la mesure en basses fréquences.

L'estimation du niveau sonore basé sur la mesure électrique par bandes d'octave en sortie de console, doit être utilisée avec rigueur et couplée avec une mesure microphonique standard afin de vérifier, sur des moyennes, que le système reste cohérent dans le temps.

### CONTRIBUTEURS :

#### Rédaction :

David ROUSSEAU : électro-acousticien

Igor PRADE : ingénieur acousticien

#### Relecture, corrections :

Arnaud PESLIN : Président suppléant d'AGI-SON / Membre du Comité Scientifique d'AGI-SON / Ingénieur du son, régisseur, consultant free lance.

Jacky LEVECQ : Président du Comité Scientifique d'AGI-SON