



JOURNEES  
TECHNIQUES  
ACOUSTIQUE  
ET VIBRATIONS



# Estimation du Niveau de Bruit d'Impact dans les Constructions Bois : Choix d'un Indicateur Acoustique

Strasbourg 15 & 16 mai 2019

# Plan

- Introduction

  - Campagne de Mesurages
  - Approche Statistique

- Étude de Sensibilité

  - Termes de Standardisation
  - Basses Fréquences [50Hz : 100Hz]

- Étude de la Pertinence de l'Indicateur

- Conclusion

# Introduction

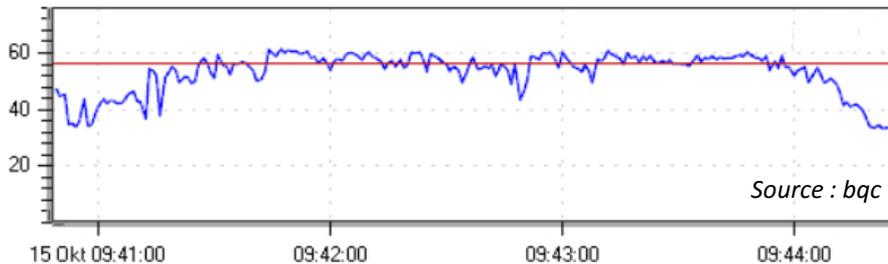
## Campagne de Mesurages

- 2 indicateurs acoustiques :
  - 1 lié à la source « ballon d'impacts »
  - 1 lié à la source « machine à chocs »
- Approche statistique basée sur un échantillon de mesures
  - 5 sites de mesure
  - 9 campagnes de mesure
  - 3 positions de source et de récepteur, soit 9 mesures (campagne 1, 25 mesures)
  - 97 mesures par source
  - Mêmes positions d'excitation et de réception



*Merci à Laurent et à Thierry pour les mesurages*

## Indicateur Acoustique lié à la Machine à Chocs

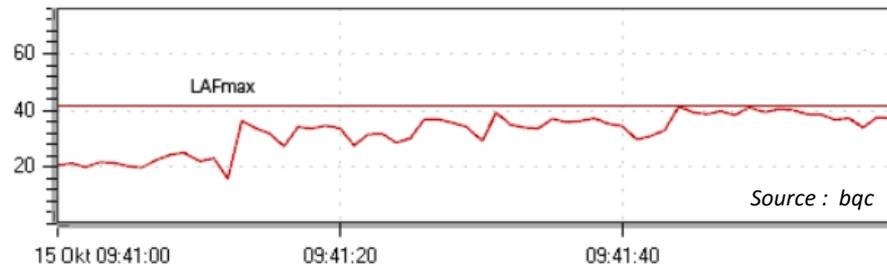


$L_{(A)eq,i,j}$	(A-weighted) no-standardized sound pressure level for the $i$ third-octave band and for the $j$ measure
$L_{(A)eq,j} = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n 10^{L_{(A)eq,i,j}/10} \right)$	(A-weighted) global no-standardized sound pressure level for the $j$ measure
$L'_{n(A)T,i,j} = L_{(A)eq,i,j} - 10 \log \left( \frac{\bar{TR}_i}{TR_{ref}} \right)$	(A-weighted) standardized sound pressure level for the $i$ third-octave band and for the $j$ measure
$L'_{n(A)T,j} = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n 10^{L'_{n(A)T,i,j}/10} \right)$	(A-weighted) global standardized sound pressure level for the $j$ measure

Terme de standardisation

Acoustic indice related to the impact noise level measured from the tapping machine, with  $\bar{TR}_i$  the average reverberation time in the reception room and  $TR_{ref} = 0.5s$ .

## Indicateur Acoustique lié au Ballon d'Impacts



$L'_{(A)FMax,i,j}$	(A-weighted) maximum no-standardized sound pressure level for the third octave band $i$ and for the $j$ measure
$L'_{(A)FMax,j} = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n 10^{L'_{(A)FMax,i,j}/10} \right)$	(A-weighted) maximum global no-standardized sound pressure level for the $j$ measure
$L'_{(A)FMaxVT,i,j} = L'_{(A)FMax,i,j} + 10 \log \left( \frac{V}{V_{ref}} \right) - 10 \log \left( \frac{1-C_{ref}^{-1}}{1-C^{-1}} \left( \frac{C^{(1-C)^{-1}} - C^{-(1-C)^{-1}}}{C_{ref}^{(1-C_{ref})^{-1}} - C_{ref}^{-(1-C_{ref})^{-1}}} \right) \right)$	(A-weighted) maximum standardized sound pressure level for the $i$ third octave band and for the $j$ measure
$L_{(A)FMaxVT,j} = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n 10^{L'_{(A)FMaxVT,i,j}/10} \right)$	(A-weighted) maximum global standardized sound pressure level for the $j$ measure

Terme de standardisation

Acoustic indice related to the impact noise level measured from the impact ball, with  $C_{ref} = TR_{ref}/1.7275$ ,  $C = \overline{TR}_i/1.7275$  and  $V_{ref} = 50m^3$ .

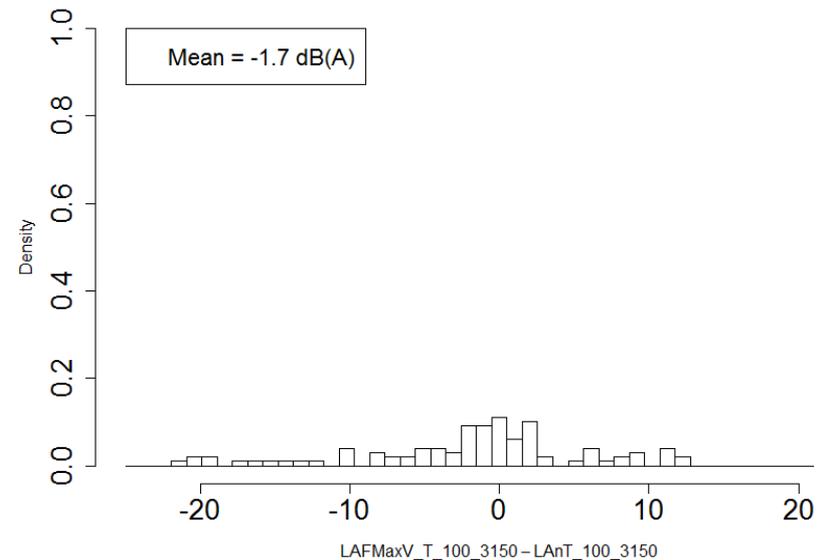
## Test Statistique : Variable d'Étude $\Delta$

- Étude de sensibilité des indicateurs à deux paramètres
  - Terme de Standardisation
  - Basses Fréquences [50 Hz : 100 Hz]

$$\Delta = L_{avec\ param\grave{e}tre} - L_{sans\ param\grave{e}tre}$$

- Étude de la pertinence du choix de l'indicateur

$$\Delta = L_{Ballon\ d'impacts} - L_{Machine\ \grave{a}\ chocs}$$



## Test Statistique : Principe

- Test statistique : Un test statistique est une démarche qui a pour but de fournir une règle de décision permettant, sur la base de l'échantillon testé, de faire un choix entre deux hypothèses statistiques.

Hypothèse nulle ( $H_0$ ) : l'écart moyen est égal à 0

Hypothèse alternative ( $H_1$ ) « on ne peut pas affirmer que l' $H_0$  est vraie »

- Test calcule une variable statistique « *p value* »

$p > 0.05$        $H_0$  acceptée

$p \leq 0.05$        $H_0$  rejetée ( $H_1$ )

- Test non paramétrique de Wilcoxon car distribution non normale

# Étude de Sensibilité

## Étude de sensibilité

$$\Delta = L_{avec\ paramètre} - L_{sans\ paramètre}$$

- si H0 acceptée

$$L_{avec\ paramètre} = L_{sans\ paramètre}$$

Le paramètre n'a pas d'influence, ou l'indicateur acoustique n'est pas sensible au paramètre

- Si H0 rejetée (H1)

$$L_{avec\ paramètre} \neq L_{sans\ paramètre}$$

- On ne peut pas affirmer que le paramètre n'a pas d'influence, ou l'indicateur acoustique n'est pas sensible au paramètre
- *ou : Il est possible que la paramètre ait une influence, ou il est possible que l'indicateur acoustique soit sensible au paramètre*
- Recherche H1

## Étude de Sensibilité au terme de standardisation

$$\Delta_{\text{corr}} = L_{\text{standardized}} - L_{\text{no standardized}}$$

### Sensitivity to the correction term

Frequency	Ponderation	Tapping Machine	Impact Ball
[100 Hz : 3150 Hz]	-	Yes (H1, $p < 2.2e - 16$ )	Yes (H1, $p = 5.4e - 4$ )
[100 Hz : 3150 Hz]	A	Yes (H1, $p < 2.2e - 16$ )	Yes (H1, $p = 0.04884$ )
[50 Hz : 3150 Hz]	-	Yes (H1, $p < 2.2e - 16$ )	No (H0, $p = 0.09859$ )
[50 Hz : 3150 Hz]	A	Yes (H1, $p < 2.2e - 16$ )	No (H0, $p = 0.08701$ )

- L'indicateur « Machines à chocs » est sensible au terme de standardisation que la pondération A et les BF soient ou non considérées
- L'indicateur « Ballon d'impacts » est sensible au terme de standardisation si les BF ne sont pas considérées, que la pondération A soit ou non considérée
- L'indicateur « Ballon d'impacts » devient insensible au terme de standardisation si les BF sont considérées, que la pondération A soit ou non considérée ➡ Pertinence du terme de standardisation ?

## Étude de Sensibilité aux BF [50 Hz : 100 Hz]

$$\Delta_{\text{low}} = L_{[50 \text{ Hz} : 3150 \text{ Hz}]} - L_{[100 \text{ Hz} : 3150 \text{ Hz}]}$$

Sensitivity at low frequencies [50Hz : 100Hz]

Standardization	Ponderation	Tapping Machine	Impact Ball
No standardized	-	Yes (H1, p=4.587e-12)	Yes (H1, p<2.2e-16)
No standardized	A	Yes (H1, p=0.003353)	Yes (H1, p-value = 6.525e-06)
Standardized	-	Yes (H1, p=2.854e-11)	Yes (H1, p<2.2e-16)
Standardized	A	Yes (H1, p=0.01073)	Yes (H1, p=1.413e-6)

- Les indicateurs sont sensibles aux BF que la pondération A et le terme de standardisation soient ou non considérés
- Autrement dit : l'introduction des BF a un impact sur la valeur des indicateurs acoustiques

# Étude de la Pertinence

## Étude de la Pertinence du choix de l'Indicateur

$$\Delta = L_{Ballon\ d'impacts} - L_{Machine\ à\ chocs}$$

- si H0 acceptée

$$L_{Ballon\ d'impacts} = L_{Machine\ à\ chocs}$$

Le choix de l'indicateur n'a pas d'influence sur l'estimation du niveau du bruit d'impacts

- Si H0 rejetée (H1)

$$L_{Ballon\ d'impacts} \neq L_{Machine\ à\ chocs}$$

- On ne peut pas affirmer que le choix de l'indicateur n'a pas d'influence
- *ou : Il est possible que le choix de l'indicateur ait une influence sur l'estimation du niveau du bruit d'impacts*

## Étude de la Pertinence du choix de l'Indicateur

$$\Delta_{ind} = L_{\text{ball no standardized}} - L_{\text{machine no standardized}}$$

$$\Delta_{ind} = L_{\text{ball standardized}} - L_{\text{machine standardized}}$$

Sensitivity to the choice of the acoustic indicator

Frequency	Not standardized		Standardized	
	Ponderation		Ponderation	
[100 Hz : 3150 Hz]	-	No (H0, $p = 0.6619$ )	-	No (H0, $p = 0.03028$ )
[100 Hz : 3150 Hz]	A	No (H0, $p = 0.9005$ )	A	No (H0, $p = 0.05648$ )
[50 Hz : 3150 Hz]	-	Yes (H1, $p = 2.19e - 08$ )	-	Yes (H1, $p = 2.621e - 5$ )
[50 Hz : 3150 Hz]	A	No (H0, $p = 0.832$ )	A	No (H0, $p = 0.1282$ )

- Résultats identiques avec ou sans les termes de standardisation
- Le choix de l'indicateur n'a pas d'influence si les BF ne sont pas considérées ou si la pondération A est prise en compte.
- Si les BF sont considérées et la pondération A non prise en compte, le choix de l'indicateur a une influence

# Conclusion

## Quel indicateur pour les constructions bois?

- L'indicateur « Machine à chocs » est sensible
  - au terme de standardisation
  - aux BF [50 Hz : 100 Hz]
  
- L'indicateur « Ballon d'impacts » est sensible
  - au terme de standardisation uniquement si les BF [50 Hz : 100 Hz] ne sont pas considérées
  - aux BF [50 Hz : 100 Hz]
  
- Si les BF [50 Hz : 100 Hz] sont considérées, le choix de l'indicateur n' a pas d' influence.

Merci de votre attention