



TP

Mesure de transparence aux Basses Fréquences

Ph. Herzog, M. Pachebat, J. Chatron, C. Pinhede, ...

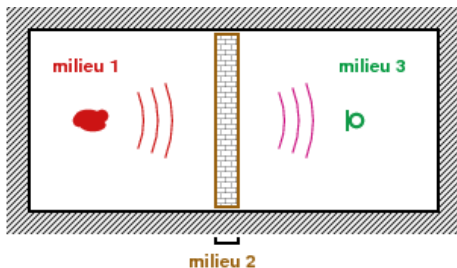




Mesure de transparence aux Basses Fréquences

- 1 Contexte : mesure d'isolement
- 2 Problèmes spécifiques aux BF
- 3 Méthode de mesure pour le TP
- 4 Déroulement du TP

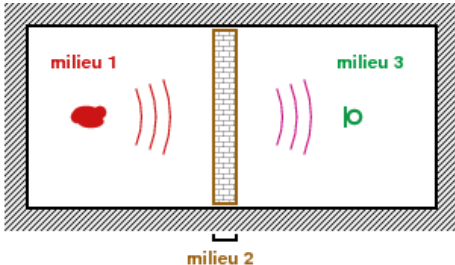
Contexte : mesure d'isolement acoustique



Indice d'affaiblissement acoustique au bruit aérien R

- Puissance incidente P_1 depuis le milieu 1
- Paroi (2) = [seul ?] obstacle entre les milieux 1 et 3
- Puissance transmise P_3 dans le milieu 3

$$R = 10 \log_{10}(W_1/W_3)$$

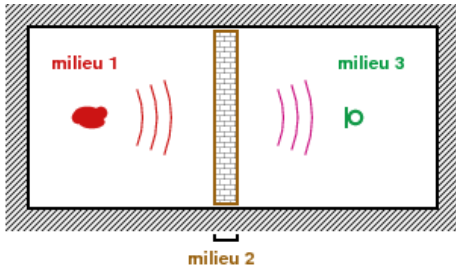


Norme NF EN ISO 140-3

- Milieu 1 : Champ "diffus" \rightarrow niveau L_E
- Surface de l'échantillon S
- Milieu 3 : Champ "diffus" \rightarrow niveau L_R

Aire d'absorption A ($A \sim 0.16 V_3 / T_{r3}$)

$$R = L_E - L_R + 10 \log_{10}(S/A)$$



Norme NF EN ISO 15186-1

- Milieu 1 : Champ "diffus" \rightarrow niveau L_{p1}
- Surface de l'échantillon S
- Milieu 3 : Local "traité" \rightarrow niveau d'intensité L_{In}

Mesure d'intensité sur une surface S_m

$$R = L_{p1} - 6 - [L_{In} + 10 \log_{10}(S_m/S)]$$

Problèmes spécifiques aux Basses Fréquences

Champ incident "diffus"

- Salle d'émission de très grand volume (rare)
- Réaction en général pas localisée : distorsion du champ
- Niveau à générer élevé : sources BF puissantes

Isolement des locaux

- Fuites rapidement significatives (si R élevé)
- Transmissions parasites (solidiennes, ...)
- Montage de l'échantillon (rigidité, étanchéité, ...)

Méthode "par intensité" a priori plus adaptée (?)

Estimation du niveau de pression [diffus ?] L_{p1}

- Echantillonnage statistique \Rightarrow positions nombreuses
- Positions de mesure "loin" de l'échantillon et autres ...
- Pas forcément représentatif de la puissance incidente W_1 ?

Estimation du niveau d'intensité L_{In}

- Difficulté d'étalonnage des sondes (2 microphones + cale)
- Réaction du local rarement négligeable aux BF \Rightarrow 3D
- Mesure dense et proche, mais pas trop \Rightarrow balayage

Grandes salles (réverbérante + semi-anéchoïque)
Balayage robotisé en 3D ?

Méthode de mesure pour le TP

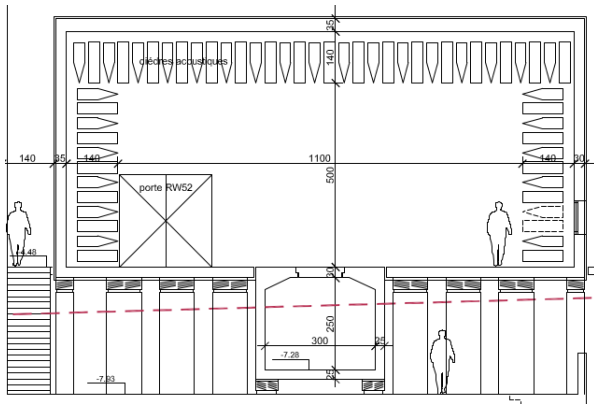
Synthèse du champ incident

- Sources optimisées pour les BF
- Réseau de sources dans un "volume d'excitation"
- Superposition d'ondes planes via WFS

Mesure de pression en champ lointain

- Mesure en salle semi-anéchoïque
- Microphones répartis sur une demi-sphère
- Rayon de la sphère \gg dimensions de l'échantillon

Problème à résoudre : estimer W_i et W_t



Installation du LMA

- Salle semi-anéchoïque susendue, au RDJ
- Volume d'excitation isolé, en sous-sol
- Baie de transmission affleurant au sol

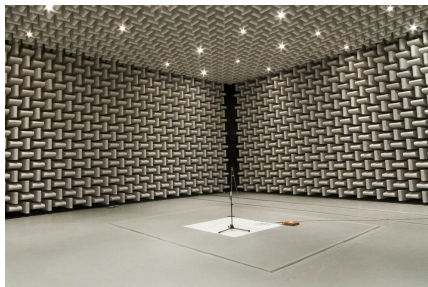
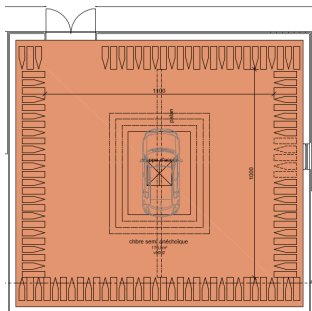
Volume d'excitation (VEX)



Volume dédié, étanche et suspendu

- Dédié à la synthèse de champ incident ($\sim 30 \text{ m}^3$)
- Pré-câblage : 64 sorties, 32 entrées + passe-câbles
- Bloc isolé vibratoirement du sol et de la salle de mesure

Salle Semi-Anéchoïque (SSA)



Salle de mesure isolée et suspendue

- Dimensions $11m \times 10m \times 4m90$ à l'intérieur des dièdres
- Fréquence de coupure ~ 70 Hz
- Sol horizontal, au niveau des circulations RDJ

Réseau de sources



Sources conçues pour les TBF

- Développées pour l'étude du "bang sonique"
- Enceintes closes "push-pull" (1 Hz – 250 Hz)
- Réseau plan de 4x3 sources

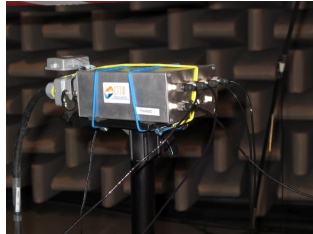
Baie de transmission



Seule voie de transmission VEX \rightarrow SSA

- Double encastrement de l'échantillon (ici position haute)
- Possibilité d'être $[\sim]$ affleurant (C.L. Rayleigh)
- Baie $1m60 \times 1m60$ après convergent $1m20 \times 1m20$

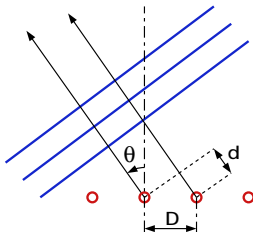
Antenne de mesure



Antenne à 16 voies (microphones 1/4")

- Structure en fibre de carbone : demi-sphère $R \sim 2.8m$
- Supports de microphone par impression 3D (à venir ...)
- Conditionneurs 8 voies (sorties symétriques)

Synthèse de champs : WFS



- Synthèse d'une Onde Plane (OP) : délais entre sources
 - Projection du vecteur d'onde \Rightarrow délais selon x et y
 - Champ diffus : Superposition d'OP décorréélées
- Répartition d'angles d'incidences

Echantillon à tester : plaque de contreplaqué



- Plaque rectangulaire 158x118 cm, épaisseur 22 mm
- Montage vissé sur tasseaux 44x44 mm
- Panneaux latéraux de 20 cm refermant la baie
- Etanchéité par un joint mousse élastomère

Mesure de puissance transmise

$$Pow = \int_S (\vec{i} \cdot \vec{n}) dS \simeq \sum_k (\vec{i}_k \cdot \vec{n}_k) \Delta S_k \quad (1)$$

$$(\vec{i}_k \cdot \vec{n}_k) = p_k (\vec{v}_k \cdot \vec{n}_k) \simeq p^2 / (\rho c_0) \quad (2)$$

- Mesure de pression : 16 microphones sur une demi-sphère
- Demi-sphère en champ lointain, centrée sur l'échantillon

Préparation des mesures

Pré-étude de dimensionnement

- Fréquences propres des premiers modes de la plaque
- Gamme de fréquences utile / accessible
- Capacité du réseau de 12 sources
- Positions et sensibilités des 16 microphones

L'installation semble-t-elle adaptée ?

Mesure de l'échantillon

Exécution de la procédure

- Pilotage du réseau et de l'acquisition (Matlab)
- Génération d'une onde plane (selon la normale)
- Génération d'une onde plane "rasante"
- Examen/analyse des signaux des microphones
- Génération d'une combinaison de signaux

Les résultats semblent-ils pertinents ?

Notre concepteur a [volontairement] introduit 7 erreurs ...

Critique de la démarche

- Vérification des hypothèses envisagées
- Vérification des principaux OdG

Proposition d'améliorations

- Modification du protocole
- Dimensionnement plus adapté
- Traitement des mesures



A vous de jouer ...