



François FOHR, Ingénieur Acoustique
Jean-François BURON, responsable BE

*La mesure acoustique, du
développement produit au terrain*

23 JANVIER
2024

UN ÉVÉNEMENT CO-ORGANISÉ PAR :



Puissance et pression acoustique

Puissance acoustique L_w :

- **Caractéristique intrinsèque** d'une source sonore
- Il s'agit de la **signature acoustique** de l'équipement

L_w et L_p s'expriment en dB ou dB(A)

Pression acoustique L_p :

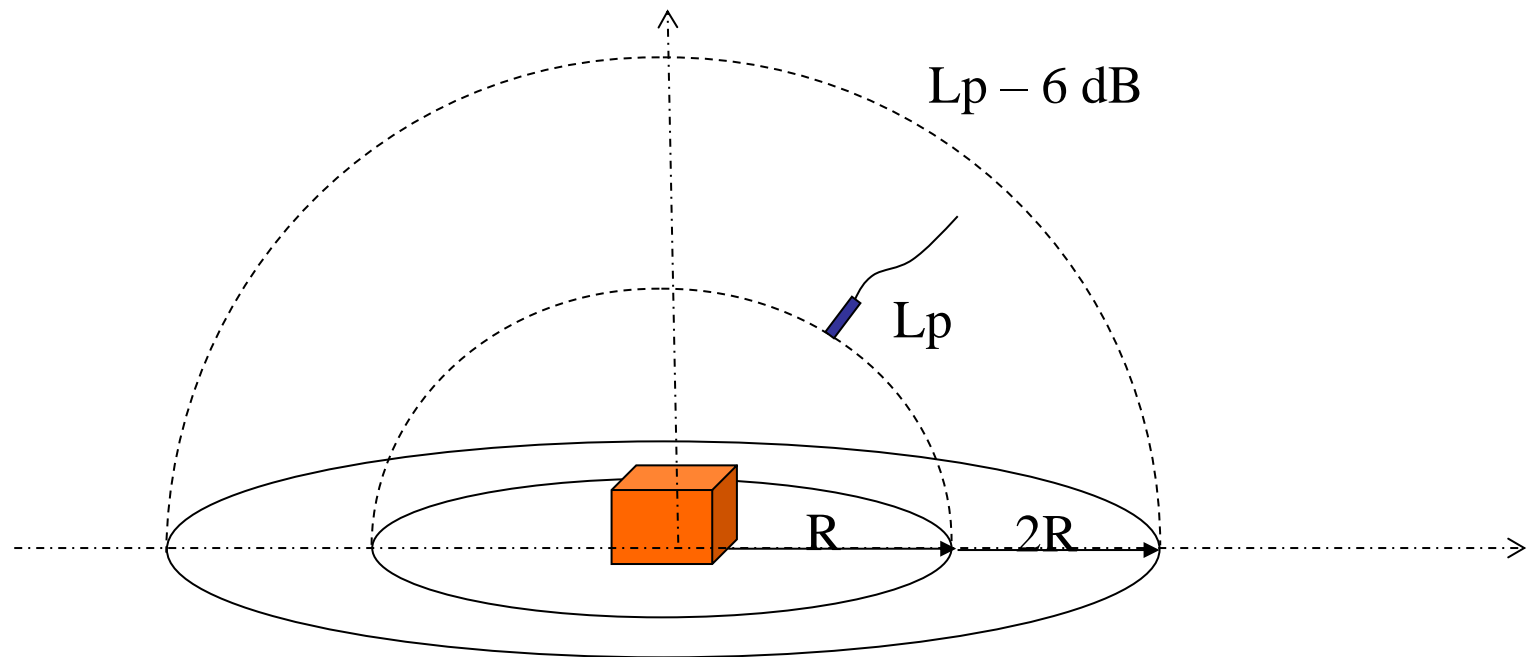
- Prend en compte la **puissance acoustique + l'environnement** (*position, distance, parois du local, etc...*)
- **Bruit que nous entendons** réellement



Puissance et pression acoustique

Pression acoustique créée par une source omnidirectionnelle en champ libre (demi-espace)

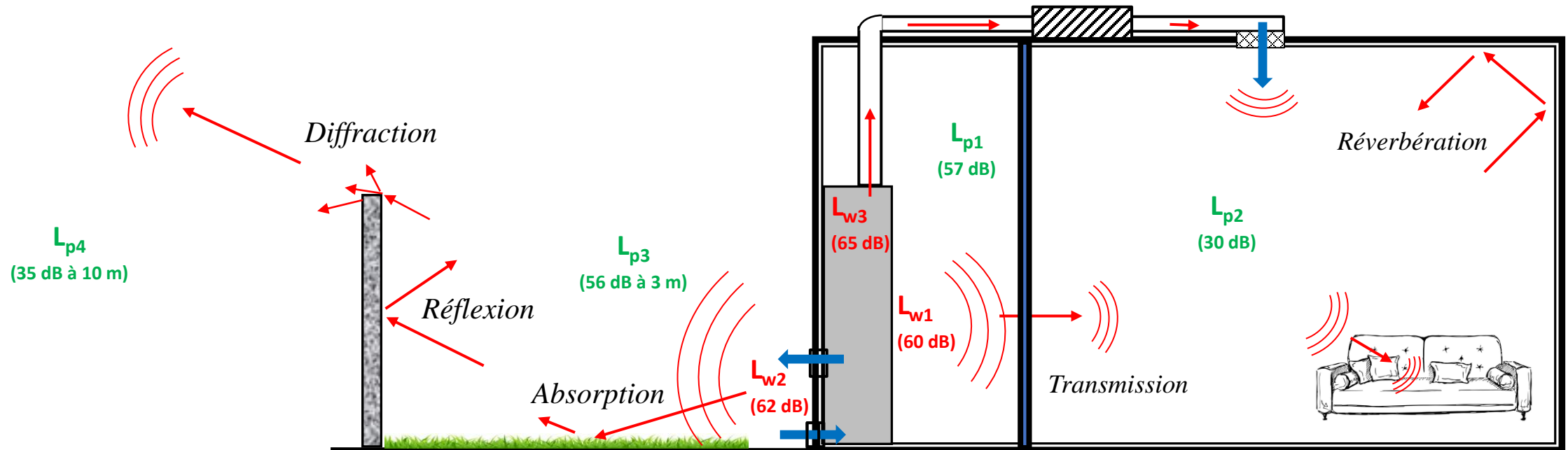
$$L_p = L_w - 10 \log_{10}(2\pi r^2)$$



La PAC dans son environnement

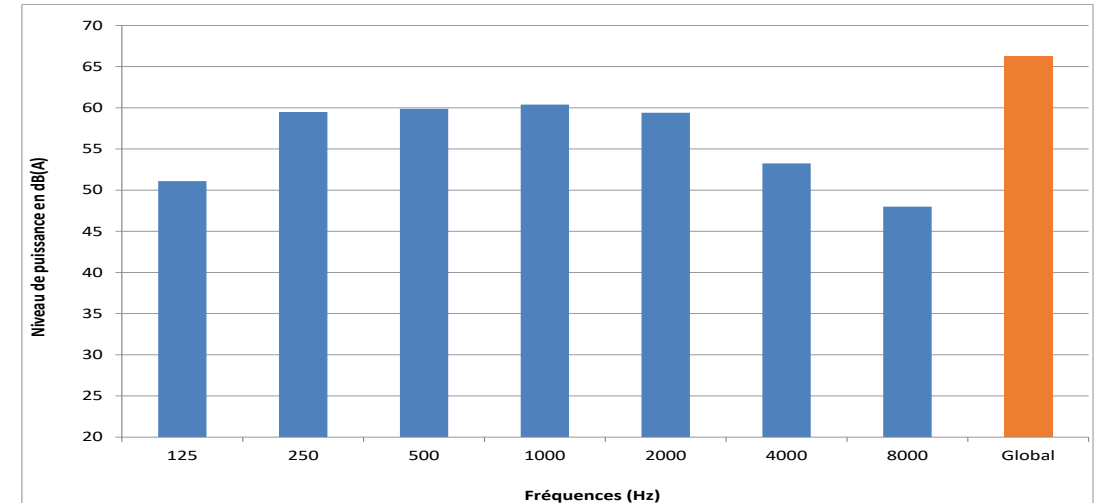
L_w : Niveau de puissance acoustique / Paramètre intrinsèque / Mesures labo

L_p : Niveau de pression acoustique / Ressenti aux oreilles / Mesures sur site



Puissance et pression acoustique

Le **SPECTRE** (niveaux par bandes de fréquence) **est nécessaire pour réaliser** l'étude (niveau global seul inutilisable !)



Fréquence centrale de la bande d'octave	Hz	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Total
Full Load										
Puissance acoustique au Centre acoustique du refroidisseur	dB	81.0	79.5	82.5	79.5	80.5	74.5	67.5	72.0	88.0
Puissance sonore	dBA	55.0	63.5	74.0	76.5	80.5	76.0	68.5	70.5	83.5
Pression sonore à une distance spécifiée dans un champ libre	dB	49.5	48.0	51.0	48.0	49.0	43.0	36.0	40.5	56.5
Niveau de pression sonore	dBA	23.5	32.0	42.5	45.0	49.0	44.5	37.0	39.0	52.0

Tolerance on Global Level : +/-4dBA

L'acoustique des PAC

Le bruit du ventilateur : Raies émergentes (fréquences = $n \times \text{nombre de pales} \times \text{vitesse de rotation}$)

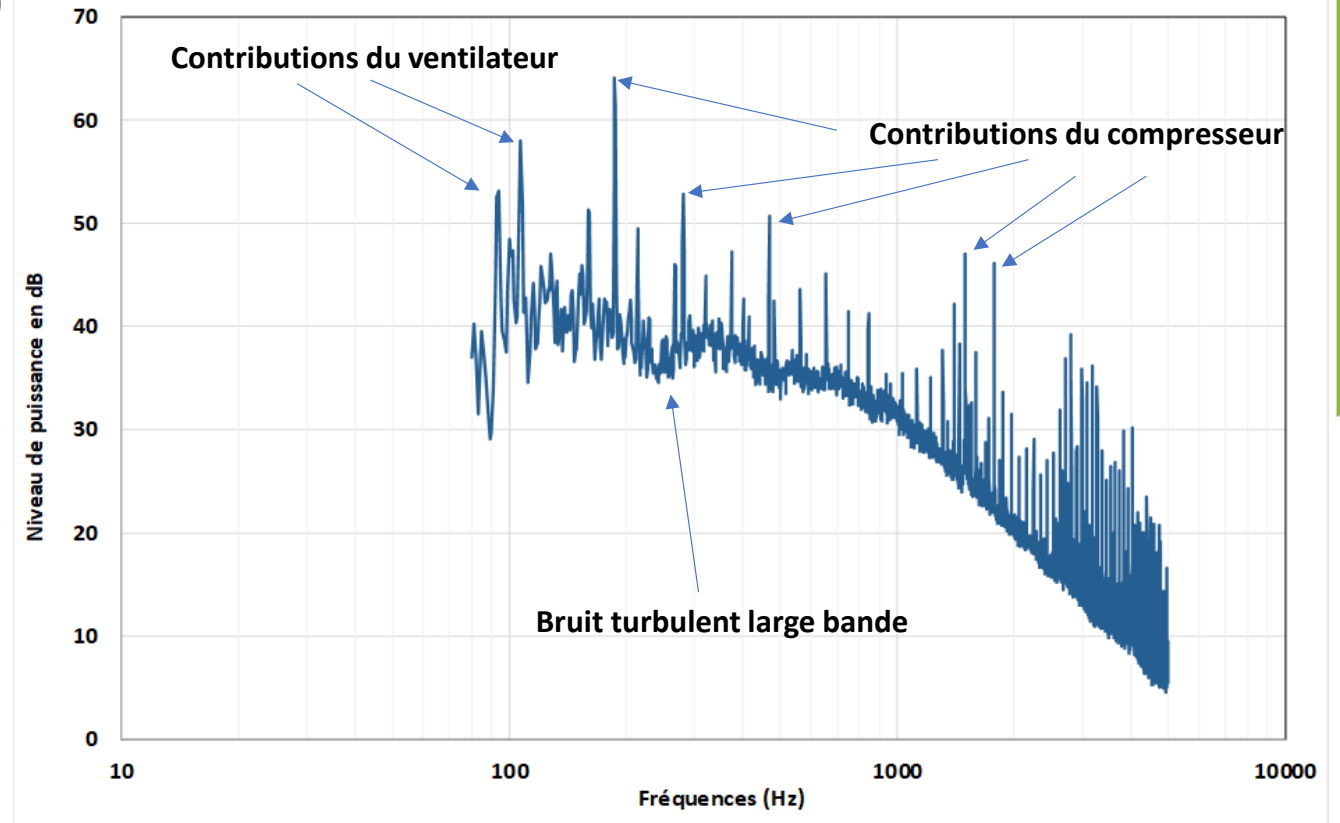
Dépend de : - La géométrie (forme des pales, virole, ...)
- vitesse de rotation

Le bruit d'écoulement d'air :

- Bruits large bande (basses fréquences)
- Lié au carré de la vitesse d'air

Le bruit du compresseur :

- Bruits harmoniques basses fréquences = identifiable
- Isolation des compresseurs très complexe



Les mesures en laboratoire :

Puissance acoustique rayonné



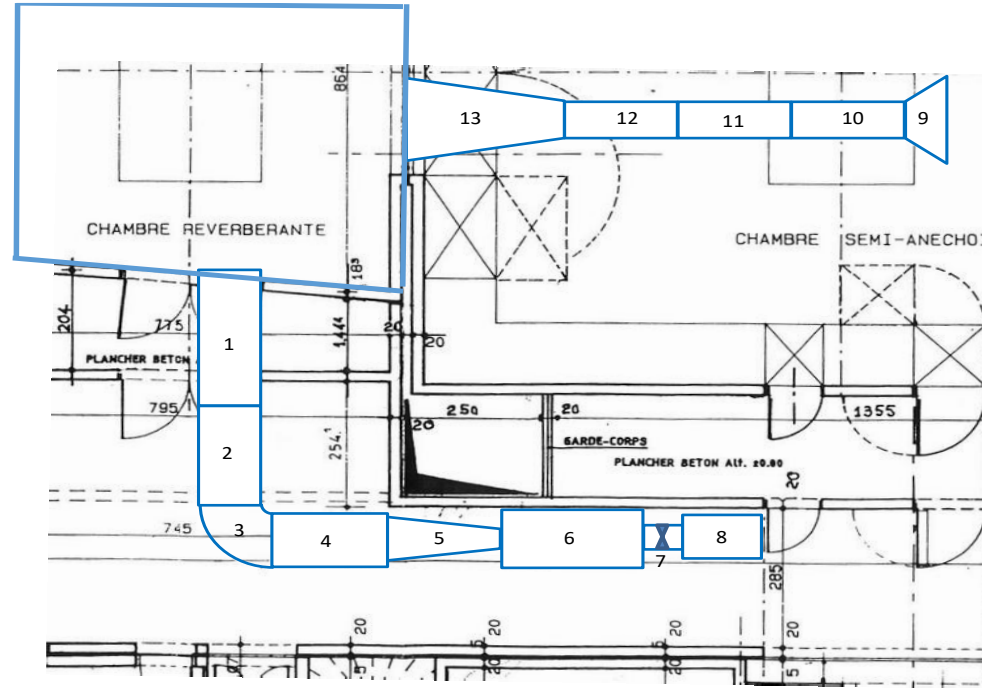
Mesures en salle réverbérante
Conditions de champ diffus
Norme ISO 3741



Mesures en salle semi-anéchoïque
Conditions de champ libre sur plan réfléchissant
Norme ISO 3745

Les mesures en laboratoire :

Silencieux, registres, grilles, ...



- Pertes d'insertion
- Pertes de charge
- Bruit régénéré

Norme ISO 7235

Les mesures en laboratoire :

Qualification complète d'une PAC

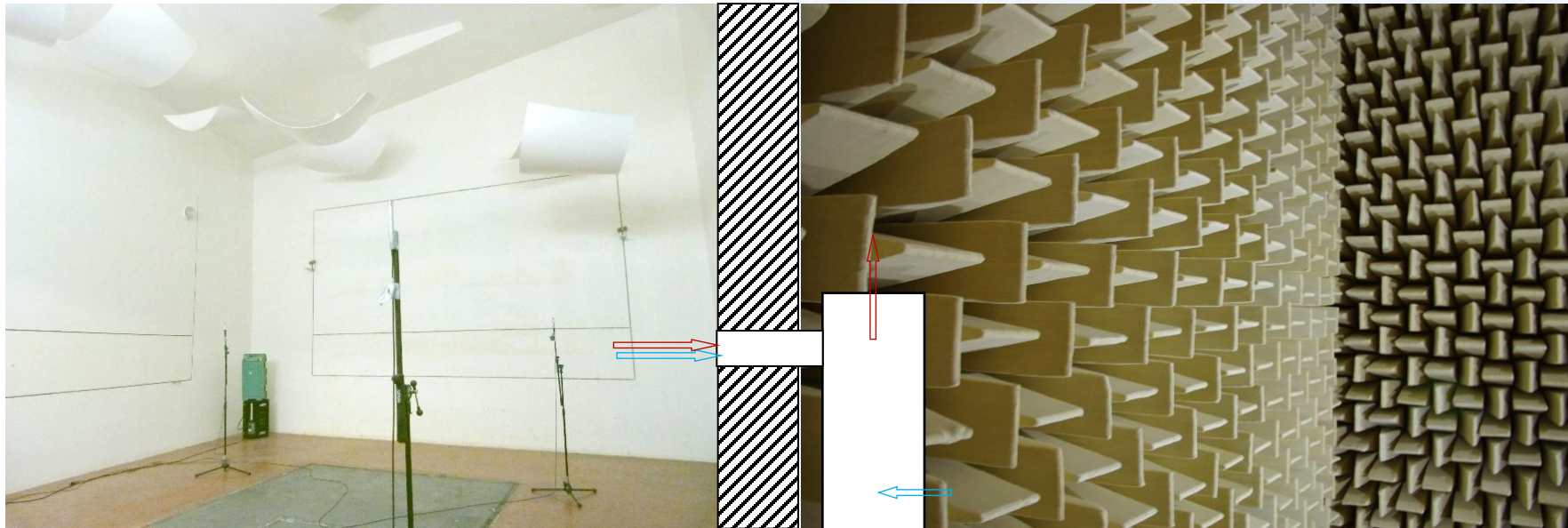
Salle réverbérante

*Mesure du bruit extérieur
(ISO 3741)*

*Mesure d'isolation
(ISO 15186)*

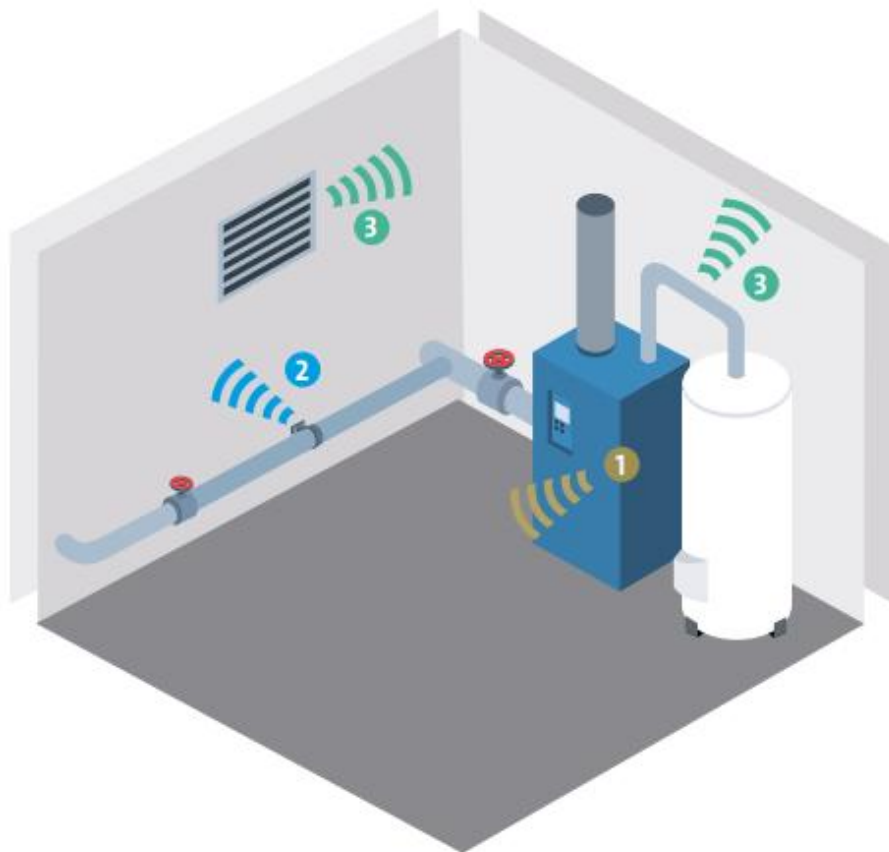
Salle semi-anéchoïque

*Mesure du bruit intérieur
(ISO 9614)*



Etudes prévisionnelles

Etude intérieure : Equipement et réseaux de ventilation



1 Bruit rayonné par l'équipement

Solutions :

- *Matériaux absorbants sur les parois du local*
- *Capotage acoustique de l'équipement*

2 Bruit transmis par liaison entre l'équipement et la paroi

Solution : **désolidariser** l'élément de la paroi

3 Bruit transmis dans les conduits

Solutions : **silencieux circulaires ou rectangulaires à baffles** dans le réseau (au plus près de la source si possible)

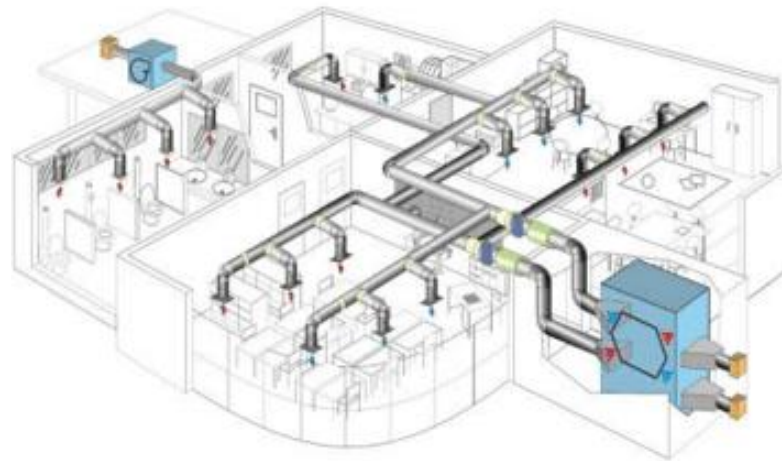
Etude intérieure : Equipement et réseaux de ventilation

Objectifs :

Calculer le niveau de bruit, appelé L_{nAT} [dBA], généré par les bouches de ventilations et l'ensemble des équipements du réseau dans les locaux du bâtiment

Moyens :

Notes de calcul acoustique



Désignation		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	A
CTA 01 Soufflage TT										
Cumul de terminaison										
	<i>L_wrésultant</i>	76	71	73	58	53	55	58	61	68
Gaine tôle	<i>Att</i>	4	4	3	2	1	1	1	1	
Débit : 10110 m ³ /h	<i>L_wrégénéré</i>	29	27	26	24	23	22	18	13	
Section : 750 x 500 mm										
Longueur : 3 m	<i>L_wrésultant</i>	72	67	70	56	52	54	57	60	65
Branchement	<i>Att</i>	8	8	8	8	8	8	8	8	
Débit : 10110 m ³ /h	<i>L_wrégénéré</i>	30	28	27	25	24	23	19	14	
Section : 450 x 250 mm										
Débit en sortie 1663 m ³ /h	<i>L_wrésultant</i>	64	59	62	48	44	46	49	52	57
Clapet	<i>Att</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	
Débit : 1663 m ³ /h	<i>L_wrégénéré</i>	27	25	24	22	21	20	16	11	
Section : 450 x 250 mm										
Quantité : 1	<i>L_wrésultant</i>	64	59	62	48	44	46	49	52	57
Registre	<i>Att</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	
Débit : 1663 m ³ /h	<i>L_wrégénéré</i>	48	46	45	43	42	41	37	32	
Section : 400 x 200 mm										
Taux d'ouvert. 90 %	<i>L_wrésultant</i>	64	59	62	49	46	47	49	52	58
Gaine tôle	<i>Att</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	
Débit : 1663 m ³ /h	<i>L_wrégénéré</i>	9	7	6	5	5	5	5	5	
Section : 450 x 250 mm										
Longueur : 1 m	<i>L_wrésultant</i>	63	58	61	48	46	47	49	52	57
Branchement	<i>Att</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	
Débit : 1663 m ³ /h	<i>L_wrégénéré</i>	26	24	23	21	20	19	15	10	
Section : 400 x 200 mm										
Débit en sortie 1050 m ³ /h	<i>L_wrésultant</i>	61	56	59	46	44	45	47	50	55
Coude arrondi	<i>Att</i>	0	0	0	2	4	6	6	6	
Débit : 1050 m ³ /h	<i>L_wrégénéré</i>	21	19	18	16	15	14	10	8	
Section : 400 x 200 mm										
Quantité : 2	<i>L_wrésultant</i>	61	56	59	44	40	39	41	44	53

Etude extérieure : Impact acoustique dans l'environnement

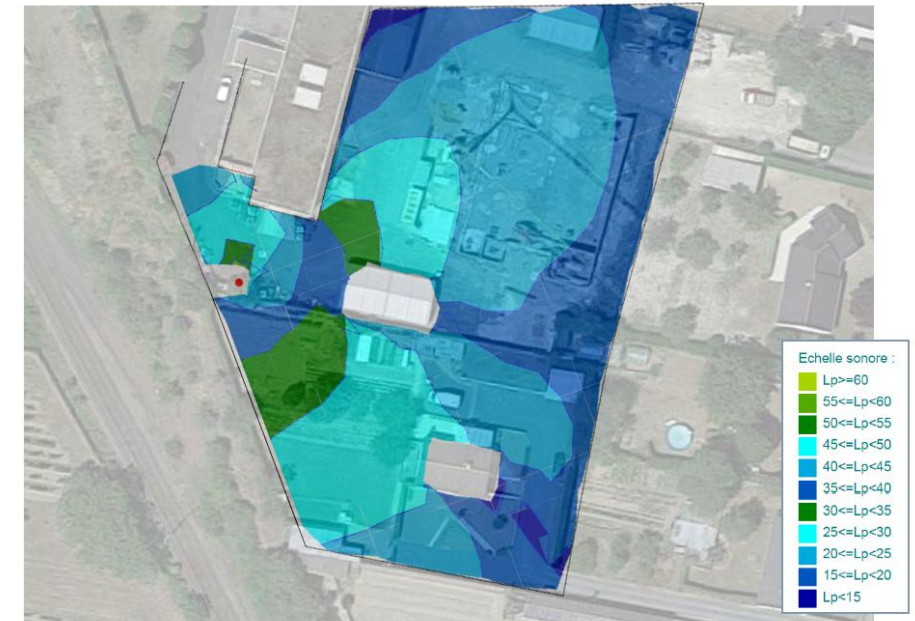
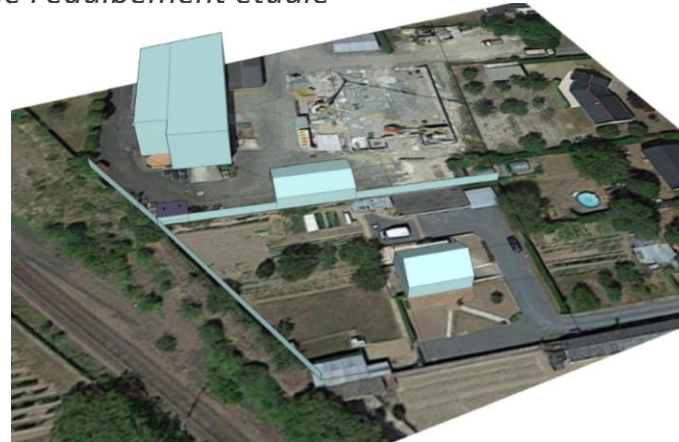
Objectifs :

Calculer le niveau de bruit généré par la/les équipement(s) technique(s) extérieur(s) dans l'environnement, notamment au voisinage le plus proche et/ou le plus exposé

Moyens :

Logiciel de modélisation acoustique. Prise en compte de multiples paramètres :

- *Relief*
- *Nature du sol et des différents éléments du site*
- *Configuration de fonctionnement de l'équipement étudié*
- ...



Mesures intérieures : Bruit d'équipement L_{nAT}

- **Mesure du niveau de bruit** généré par le réseau dans le local étudié, à **proximité des bouches de ventilation**
- **Mesure du temps de réverbération** du local pour prise en compte de son impact sur le niveau de bruit mesuré

Origine du bruit	Évaluation des performances	Indice mesure de laboratoire	Indice mesure in situ	Comment réduire le bruit
Bruits d'équipements	Bruit perçu de l'autre côté de la paroi (bruit d'équipement)		L_{nAT} (en dB(A)) Niveau de pression acoustique standardisé	Diminution du bruit lorsque L_{nAT} faible
	Niveau d'émission de bruit par l'équipement	L_w (en dB(A)) Niveau de puissance acoustique de l'équipement		Diminution du bruit lorsque L_w faible

Mesures extérieures : Notion d'émergence sonore

- **Réglementation Bruit de voisinage** (décret n°2006-1099 du 31/08/2006)
- Notion d'émergences sonores : *Différence entre le bruit avec l'équipement (bruit **ambient**) et celui sans l'équipement (bruit **résiduel**) :*

$$\text{Emergence [dB]} = \text{Niveau ambient} - \text{Niveau résiduel}$$

- Valeurs limites réglementaires :

Période	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	Global
Jour (7h-22h)	7 dB	7 dB	5 dB	5 dB	5 dB	5 dB	5 dB(A)
Nuit (22h-7h)							3 dB(A)

Mesures réalisées à l'intérieur du logement

Mesures à l'intérieur
et/ou à l'extérieur du
logement

Traitements acoustiques

Solutions pour réduire le niveau de bruit dans l'environnement

- **Capotage acoustique** (gestion aspiration/refoulement d'air par silencieux ou grilles acoustiques)



- **Ecran acoustique**

