FORMATION BATIMENT DURABLE

ACOUSTIQUE : CONCEPTION ET MISE EN OEUVRE

PRINTEMPS 2023

Le traitement pratique du bruit des installations techniques à l'extérieur du bâtiment

Manuel VAN DAMME

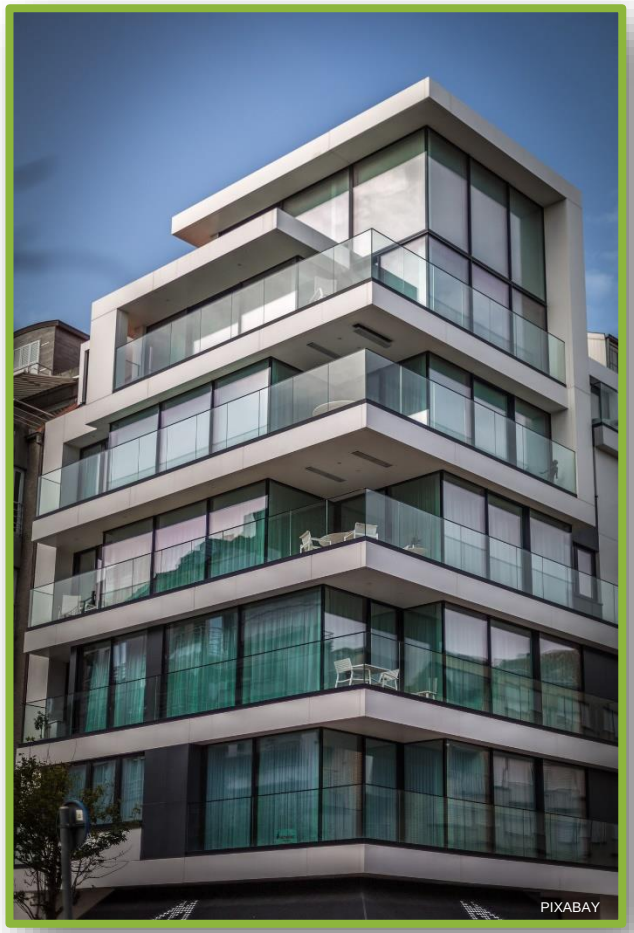
bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

Build Silence
Acoustical Experts & Engineers

L'INTÉGRATION GLOBALE DU CONFORT ACOUSTIQUE

Intégrer le confort acoustique aux constructions

- Approche acoustique globale d'un immeuble type



Cinq thématiques à aborder

- **Bruit des installations techniques**
- Isolement aux bruits aériens intérieurs
- Isolement des façades aux bruits extérieurs
- Isolement aux bruits de choc
- Contrôle de la réverbération

La gestion du bruit des équipements techniques à l'extérieur des bâtiments

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- Avoir une vue précise des exigences acoustiques applicables en fonction du type de bâtiment considéré pour la gestion du bruit des équipements techniques **à l'extérieur** des bâtiments.
- Découvrir les paramètres acoustiques qui se rapportent à la gestion du bruit des équipements à l'extérieur, notamment le niveau de puissance et les outils pour évaluer la propagation du bruit dans l'environnement.
- Mettre en pratique différents outils de calcul rapide pour évaluer le bruit des installations vers l'extérieur : addition de niveaux sonores, liens entre L_w et L_p, bruit d'un orifice de ventilation.
- Aborder les aspects pratiques de la gestion du bruit des installations HVAC vers l'environnement.
- Découvrir une méthode rapide de dimensionnement de l'efficacité d'un écran acoustique autour d'une source de puissance acoustique donnée.

TABLE DES MATIÈRES

GÉNÉRALITÉS

- **Cadre normatif et réglementaire à Bruxelles**
- **Relations utiles entre L_{WA} et L_{pA}**
- **Evaluation du niveau de bruit dans l'environnement**

OUTILS PRATIQUES DE CALCUL

- Addition des niveaux sonores et masquage
- Calcul du niveau de bruit émis par un équipement
- Evaluation du niveau de pression d'une grille de prise/rejet d'air
- Limitation du bruit des installations HVAC dans l'environnement

ECRANS ET CAISSONS ACOUSTIQUES

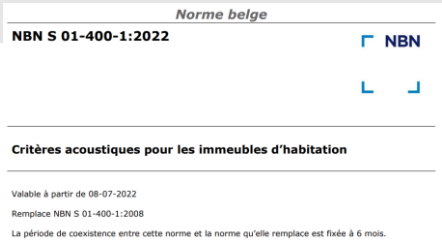
- Calcul pratique de l'atténuation d'un écran acoustique
- Caissons acoustiques

5 LES NORMES EN VIGUEUR (PRINTEMPS 2023)

Normalisation centrée essentiellement sur la limitation des bruits à l'intérieur

Les habitations

NBN S 01-400-1 (2022)



Norme belge

NBN S 01-400-1:2022

NBN

Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation

Valable à partir de 08-07-2022

Remplace NBN S 01-400-1:2008

La période de coexistence entre cette norme et la norme qu'elle remplace est fixée à 6 mois.

Les bâtiments scolaires

NBN S 01-400-2 (2012)

ICS: 17.140.01 ; 17.160

Norme belge

NBN S 01-400-2

1e éd., octobre 2012

Indice de classement: S 01

Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires

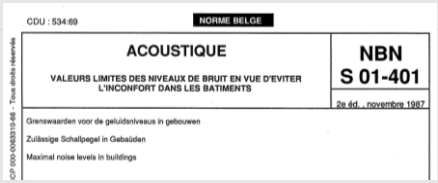
Akoestische criteria voor schoolgebouwen

Acoustic criteria for school buildings

Les autres bâtiments

NBN S 01-401 (1987)

(niveaux acoustiques)



CDU : 534:69

NORME BELGE

ACOUSTIQUE

VALEURS LIMITES DES NIVEAUX DE BRUIT EN VUE D'EVITER L'INCONFORT DANS LES BATIMENTS

NBN S 01-401

2e éd. , novembre 1987

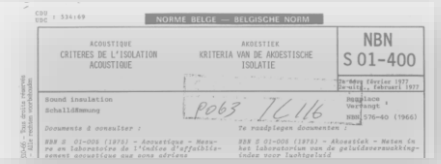
Grenswaarden voor de geluidsniveaus in gebouwen

Zulässige Schallpegel in Gebäuden

Maximal noise levels in buildings

NBN S 01-400 (1977)

(isolation acoustique)



NORME BELGE — BELGISCHE NORM

ACOUSTIQUE CRITERES DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE

AKOESTIEK KRITERIA VAN DE AKOESTISCHE ISOLATIE

NBN S 01-400

Sound insulation

Schalldämmung

Révision en projet

NBN S 01-400-3 (20xx)

6 LA RÈGLEMENTATION RÉGIONALE EN VIGUEUR (PRINTEMPS 2023)

La réglementation bruxelloise fixe les exigences pour les limites à l'extérieur

Le bruit des installations classées

La lutte contre les bruits de voisinage

Home › Réglementation / Obligations et autorisations ›
Quels sont les seuils de bruit pour les installations classées ?

Quels sont les seuils de bruit pour les installations classées ?

INSPECTION | BRUIT | PERMIS D'ENVIRONNEMENT | NUISANCES SONORES | OBLIGATIONS

Arrêtés du 22/11/02

- Déterminez d'abord les tranches horaires durant lesquelles vos installations doivent pouvoir fonctionner. L'article 2 § 1 de l'arrêté relatif aux installations classées distingue 3 plages (A, B et C), chacune correspondant à des valeurs de plus en plus strictes.

	Lu.	Ma	Me	Je.	Ve.	Sa.	Di./ fériés
7h à 19h	A	A	A	A	A	B	C
19h à 22h	B	B	B	B	B	C	C
22h à 7h	C	C	C	C	C	C	C

7 LA RÈGLEMENTATION RÉGIONALE EN VIGUEUR (PRINTEMPS 2023)

La réglementation bruxelloise fixe les exigences pour les limites à l'extérieur

Le bruit des installations classées

La lutte contre les bruits de voisinage

Home › Réglementation / Obligations et autorisations ›

Quels sont les seuils de bruit pour les installations classées ?

Quels sont les seuils de bruit pour les installations

INSPECTION | BRUIT | PERMIS D'ENVIRONNEMENT

Arrêtés du 22/11/02

	Période A	Période B	Période C
Zone 1	42	36	30
Zone 2	45	39	33
Zone 3	48	42	36
Zone 4	51	45	39
Zone 5	54	48	42
Zone 6	60	54	48

8 RAPPEL : NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE DES ÉQUIPEMENTS

Distinction entre Puissance acoustique et Pression acoustique

$L_W(dB)$

LA PUISSANCE ACOUSTIQUE

- caractérise l'équipement, intrinsèquement
- est la base de tout calcul
- est la base de toute comparaison.

Le même équipement a des niveaux de pression sonore différents selon la distance et la position

$L_p(dB)$

LA PRESSION ACOUSTIQUE

- caractérise l'équipement dans son environnement (position, distance, local…)
- est le critère à obtenir dans le local,
- est ce que mesure le sonomètre.

9 NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE DES ÉQUIPEMENTS

Niveau de puissance acoustique vs niveau de pression acoustique

- Fiche technique des équipements : L_{WA} et/ou L_{pA}

Exemple

Spécifications

Spécifications techniques		AOYG 18 KMTA	AOYG 24 KMTA
Réfrigérant (GWP)		R32 (675)	R32 (675)
Débit d'air (max.)	m³/h	2100	2820
Alimentation	V	230/1	230/1
Puissance absorbée (nom.) (F/C)	kW	1,39/1,56	2,08/1,91
Type de compresseur		DC Rotary	DC Rotary
Pression sonore (F/C)	dB(A)	50/55	54/52
Puissance acoustique (F/C)	dB(A)	65/65	67/66
Dimensions (H x L x P)	mm	632x799x290	716x820x315
Poids	kg	36	42
Tuyaux frigorifiques	pouce	1/4 - 1/2	1/4 - 1/2
Quantité de réfrigérant préchargé	g (CO2eq-T)	1020 (0,689)	1320 (0,891)
Quantité de réfrigérant additionnel par mètre	g/m	20	20
Nombre de mètres préchargés	m	15	15
Longueur/hauteur maximum tuyaux frigorifiques	m/m	25/20	30/25
Longueur minimum tuyaux frigorifiques	m	5	5
Température de fonctionnement en refroidissement	°C	-10~46	-10~46
Température de fonctionnement en chauffage	°C	-15~24	-15~24
Section câble alimentation	mm²	3G 2,5	3G 2,5
Fusible automatique (lent)	A	16	20
* Spécifications et design peuvent être modifiés pour amélioration sans avis préalable			
** Puissance acoustique selon EN12102			

10 NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE DES ÉQUIPEMENTS

Niveau de puissance acoustique vs niveau de pression acoustique

- Fiche technique des équipements : L_{WA} et/ou L_{pA}

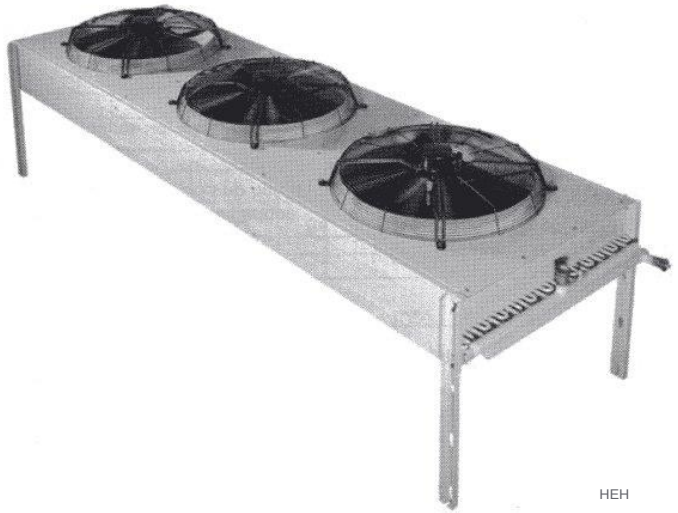
Exemple

Vitesse de rotation	Débit d'air	L_{WA}	L_{pA} à 10 m
1000 tr/min	25000 m³/h	100 dB(A)	72 dB(A)

ISO 3744 : mesure du L_W, écart de 2 dB.

Seul le spectre L_W, garanti, est utilisable pour les prédictions :
trop d'influences pour utiliser le L_{pA}.

Plus la puissance est grande et plus la vitesse est élevée,
plus l'équipement est bruyant.



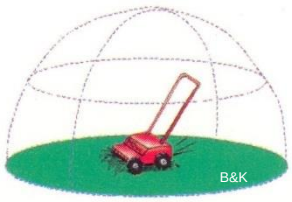
11 NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE DES ÉQUIPEMENTS

Relation entre niveau de pression acoustique et niveau de puissance acoustique

Uniquement valable à l'extérieur, sans effets de réflexions ni d'écrans

Source ponctuelle

- Source ponctuelle = source petite comparée à la distance qui la sépare du récepteur, assimilable à un point
- Propagation omnidirectionnelle.



$$L_p = L_W - 20 \lg d - 8$$

- Le niveau de pression acoustique diminue de **6 dB par doublement** de la distance.
- En champ libre, à une distance de 1 m, L_p est 8 dB plus petit que L_W

Build Silence
Acoustics Experts & Engineers
BUILD SILENCE

13

NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE DES ÉQUIPEMENTS

Relation entre niveau de pression acoustique et niveau de puissance acoustique

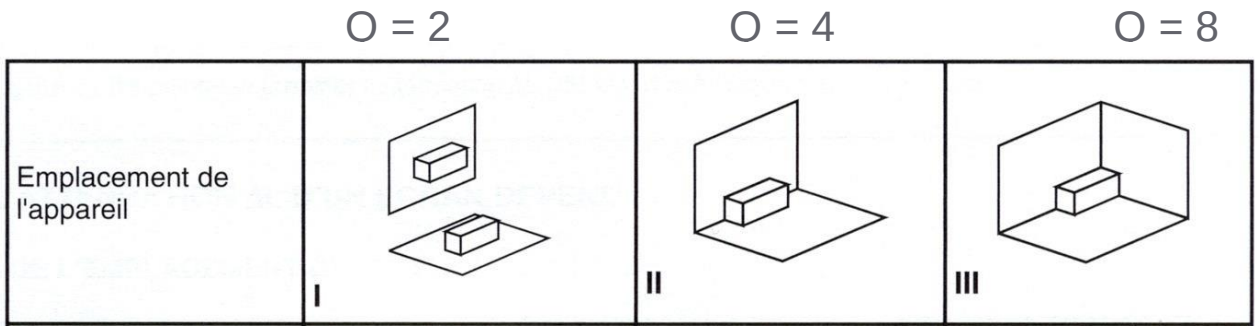
Uniquement valable à l'extérieur , sans effets de réflexions ni d'écrans

Source ponctuelle

- Source ponctuelle = source petite comparée à la distance qui la sépare du récepteur, assimilable à un point.
- Propagation omnidirectionnelle = cas rare → **effet des réflexions**.
- La présence d'une surface réfléchissante modifie **la directivité** de la source selon :

$$L_p = L_W + 10 \lg \frac{Q}{4\pi d^2}$$

avec Q : facteur de directivité tel que :



RAPPEL : LA PONDÉRATION A – LE dB(A)

Pondération du niveau de pression acoustique

- L'oreille perçoit différemment l'intensité en fonction de la fréquence
- Pondérations A = application d'un "filtre" sur les valeurs en dB

3. — AFFAIBLISSEMENTS DE LA COURBE A PAR BANDES D'OCTAVE

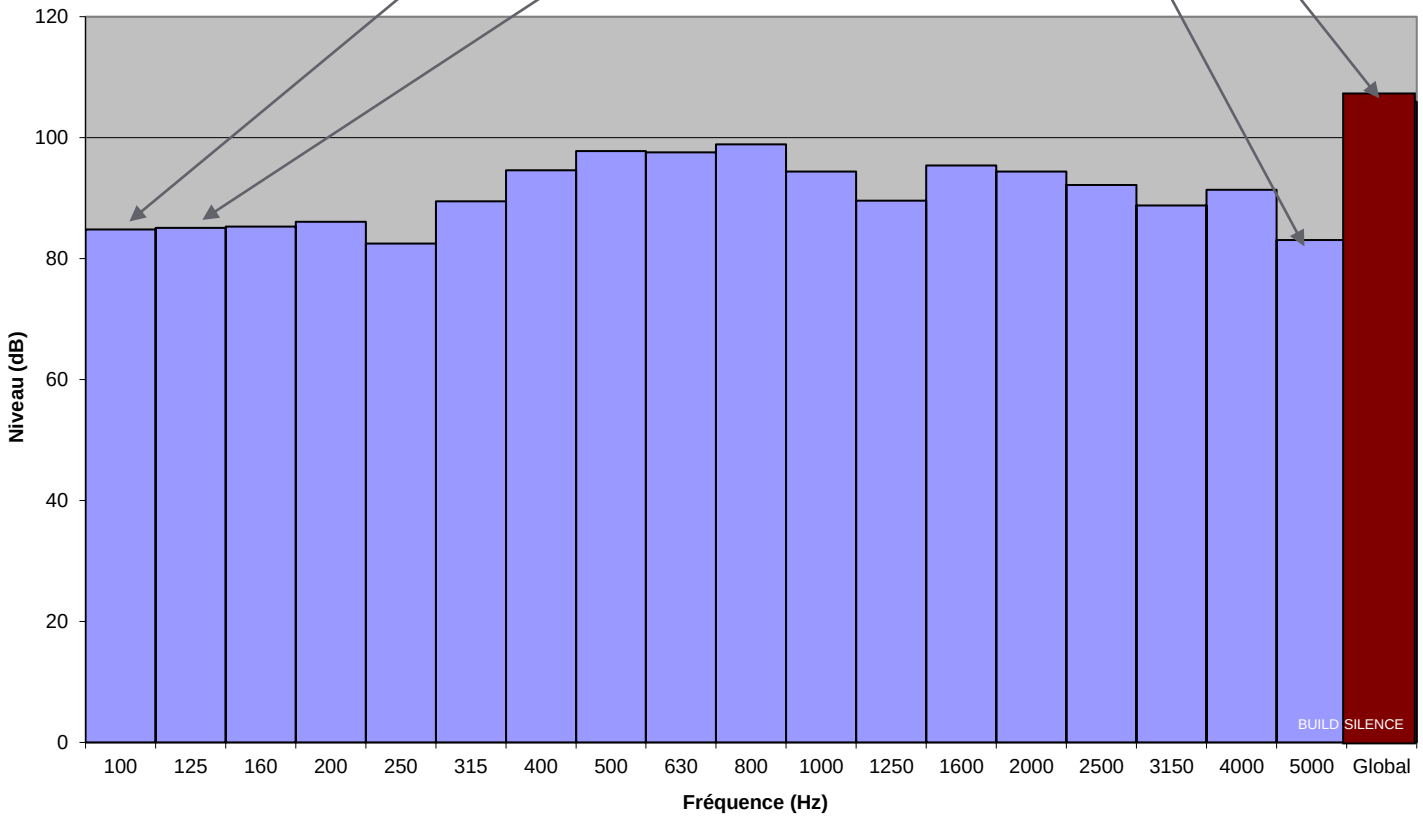
Fréquences médianes Hz	*Affaiblissements* dB	*Fréquences médianes* Hz	*Affaiblissements* dB
31,5	— 39,4	1 000	0
63	— 26,2	2 000	+ 1,2
125	— 16,1	4 000	+ 1,0
250	— 8,6	8 000	— 1,1
500	— 3,2		

- Mesurer en dB(A) = **mesurer l'effet du bruit sur l'être humain**

SOMMATION DES NIVEAUX DE BRUIT

Spectre d'analyse en tiers d'octave et niveau global

$$10\log(10^{\frac{L_{p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p2}}{10}} + \ldots + 10^{\frac{L_{pn}}{10}}) = L_p$$



16 NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE DES ÉQUIPEMENTS

Points d'attention dans l'analyse d'une fiche technique

- Extrait de la fiche technique :

63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total	dBA@3m
54	55	65	57	46	40	33	40	66	38

- En général, le spectre donné est celui de la puissance L_W, en dB(L)

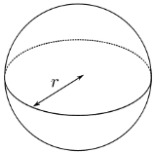
L_W	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
dB	54	55	65	57	46	40	33	40	66.3
Pondération A	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
dB(A)	27.8	38.9	56.4	53.8	46	41.2	34	38.9	58.7

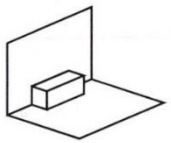
- Le niveau de pression à x m n'est pas toujours donné avec un Q réaliste

Propagation **à l'extérieur**
(sans réverberation)

$$L_p = L_W + 10 \lg \frac{Q}{4\pi d^2}$$

L_p	L_W	Q	d (r)	L_p
dB(A)	58.7	1	3	38
dB(A)	58.7	1	10	28
dB(A)	58.7	1	15	24
dB(A)	58.7	1	1	48
dB(A)	58.7	4	3	44
dB(A)	58.7	4	10	34
dB(A)	58.7	4	15	30
dB(A)	58.7	4	1	54





17

PROPAGATION DU BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT

Méthode de calcul de la propagation du bruit dans l'environnement

Caractérisation du bruit à l'extérieur

ISO 1996

Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre :

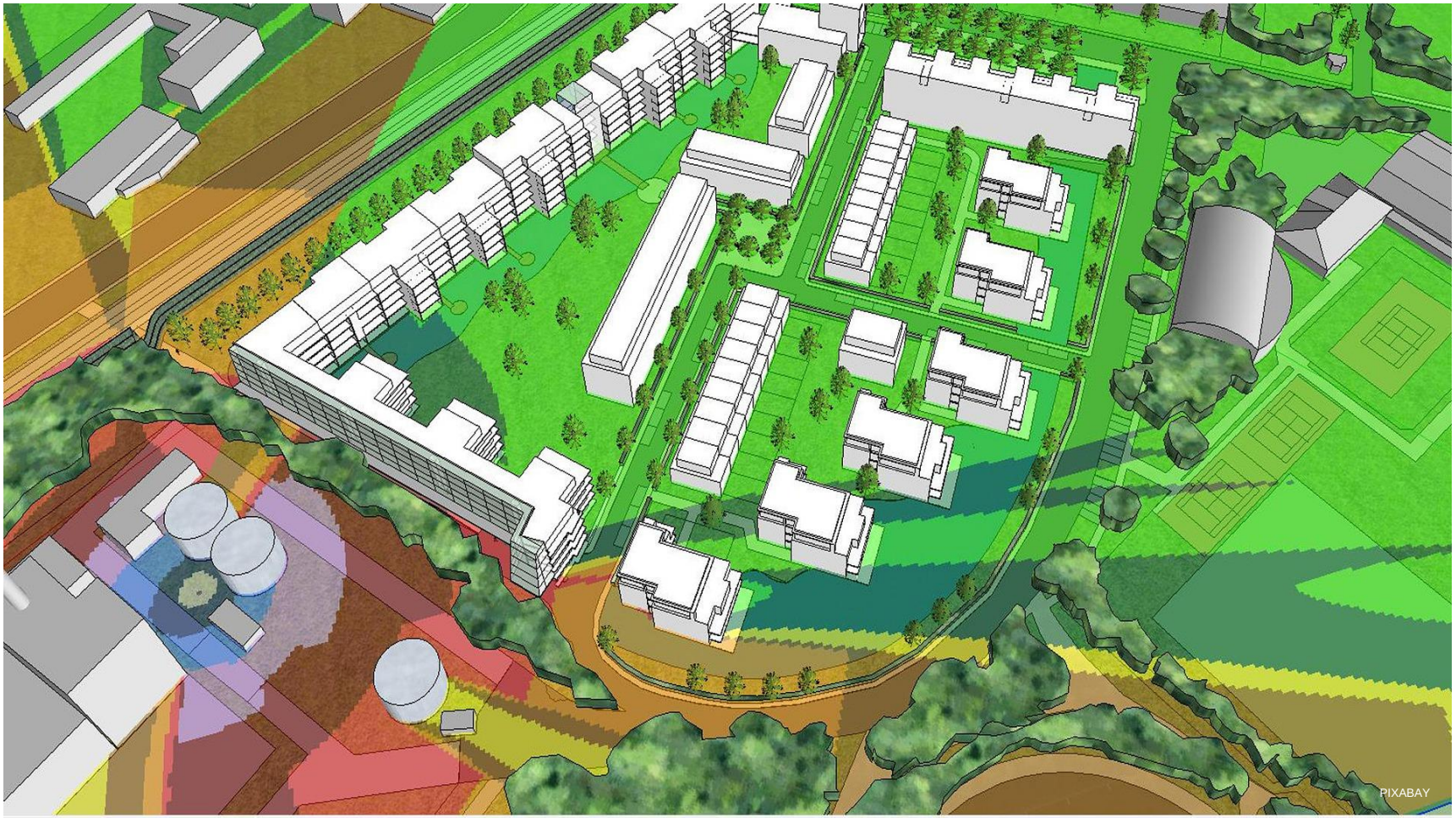
ISO 9613-1 : Atténuation du bruit par l'atmosphère

ISO 9613-2 : Méthode générale de calcul

Caractérisation du bruit des équipements :

ISO 4872, ISO 3740, ISO 8297, EN ISO 16032, NBN EN ISO 10052

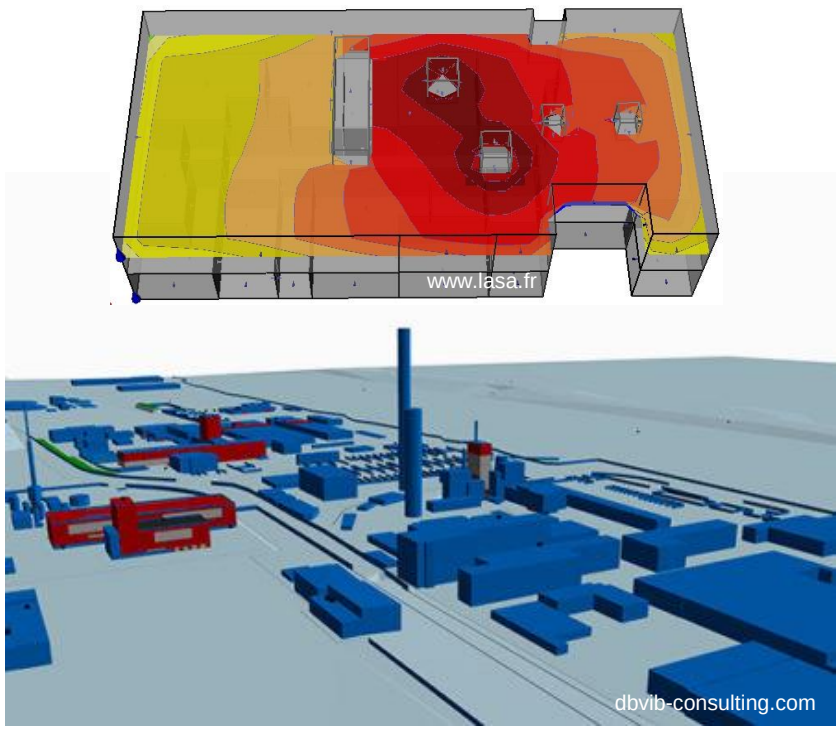
Mise en application de la méthode de calcul ISO : les logiciels de cartographie

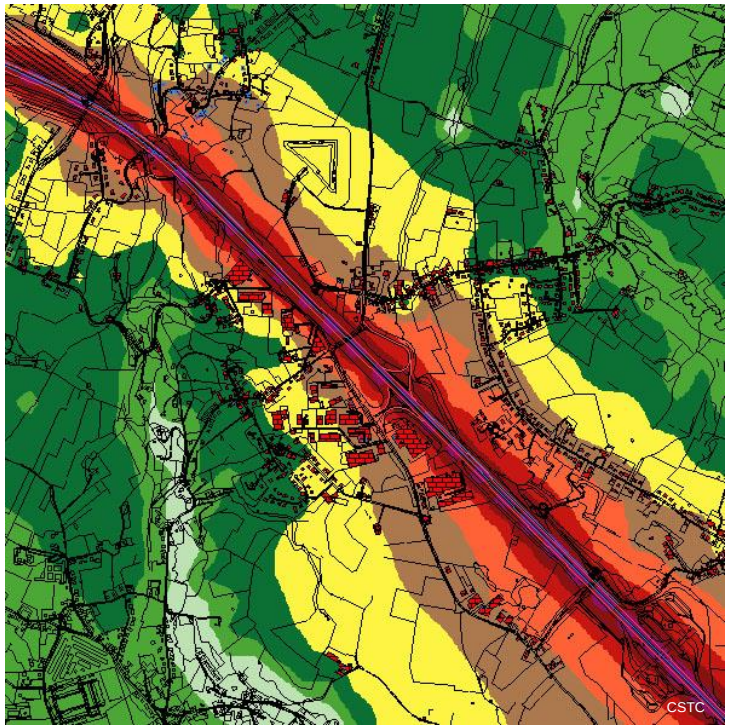


PROPAGATION DU BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT

En pratique : utilisation d'outils numériques de cartographie acoustique

- Logiciels commerciaux, adaptés en fonction de la taille des projets :
  - p.ex. AcouS-Propa (bruit dans un atelier)
  - p.ex. Immi (cartographie d'un site industriel)
  - p.ex. Soundplan (cartographie d'une commune)

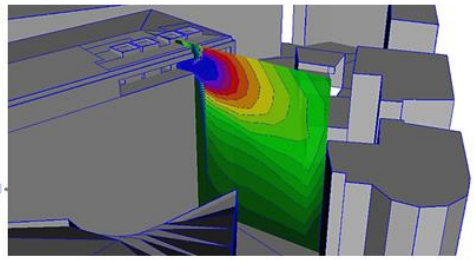


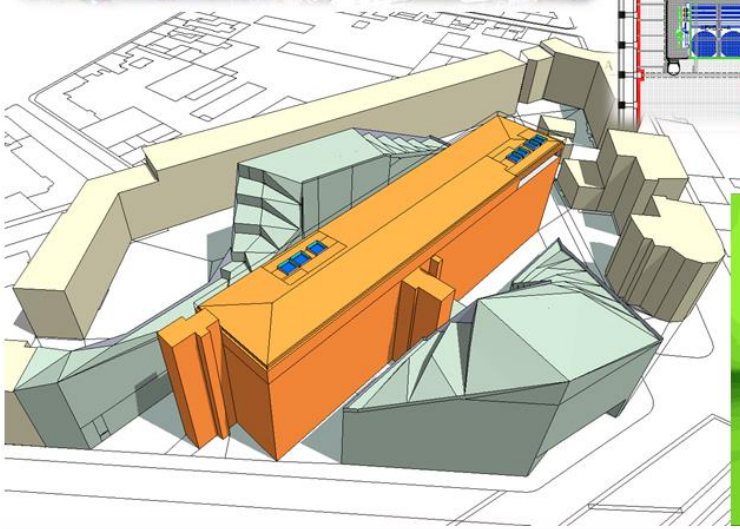


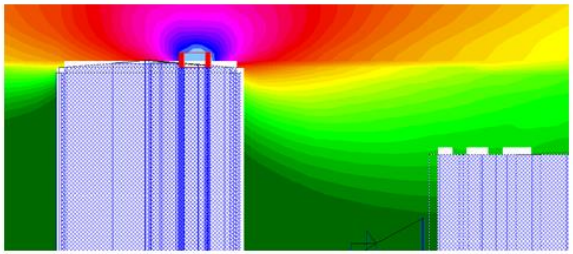
PROPAGATION DU BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT

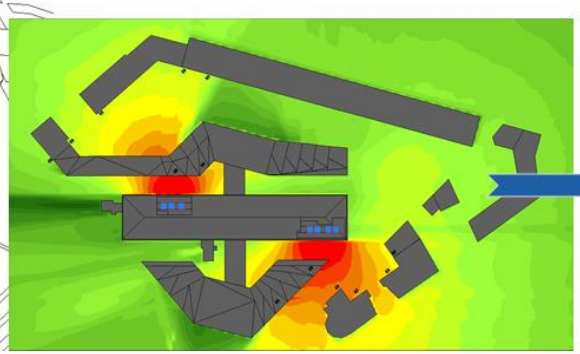
Utilisation répandue de la modélisation de l'impact acoustique des équipements

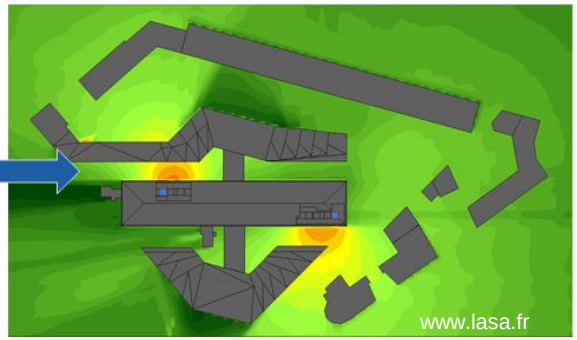
Logiciels de cartographie acoustique basé sur l'ISO 9613









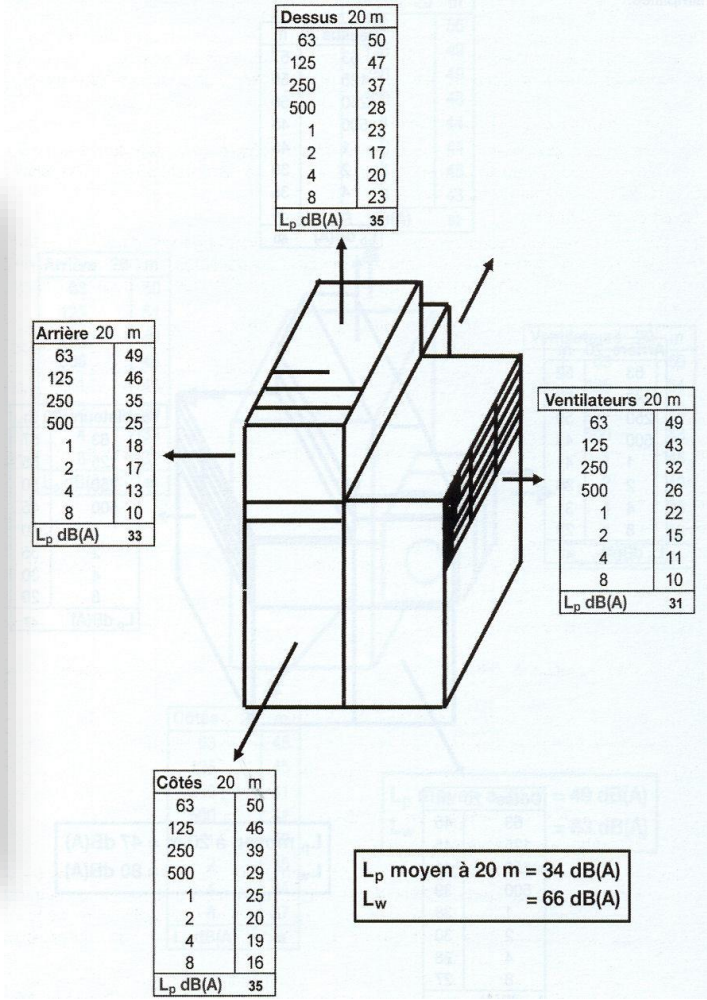


TRANE
Druart
Build Silence

NIVEAU DE PUISSANCE ACOUSTIQUE DES ÉQUIPEMENTS

Implémentation des sources de grande taille dans les modèles

- Niveau de bruit intégré par (sur)face



Build Silence

BAC
BAC
BAC

TABLE DES MATIÈRES

GÉNÉRALITÉS

- Cadre normatif et réglementaire à Bruxelles
- Relations utiles entre L_{WA} et L_{pA}
- Evaluation du niveau de bruit dans l'environnement

OUTILS PRATIQUES DE CALCUL

- **Addition des niveaux sonores et masquage**
- **Calcul du niveau de bruit émis par un équipement**
- **Evaluation du niveau de pression d'une grille de prise/rejet d'air**
- **Limitation du bruit des installations HVAC dans l'environnement**

ECRANS ET CAISSONS ACOUSTIQUES

- Calcul pratique de l'atténuation d'un écran acoustique
- Caissons acoustiques

ADDITION DE NIVEAUX SONORES

Règle de sommation énergétique

- Formule d'addition des niveaux sonores : $L_p = 10\log(10^{\frac{L_{p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p2}}{10}} + ... + 10^{\frac{L_{pn}}{10}})$

~~60 '+' 60 = 120 dB~~

60 '+' 60 = 63 dB

Et… 70 '+' 60 = 70 dB

27

ADDITION DE NIVEAUX SONORES

Règle de sommation énergétique

- Formule d'addition des niveaux sonores : $L_p = 10\log(10^{\frac{L_{p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p2}}{10}} + ... + 10^{\frac{L_{pn}}{10}})$

50 '+' 50 = 53 dB

50 '+' 50 = 53 dB

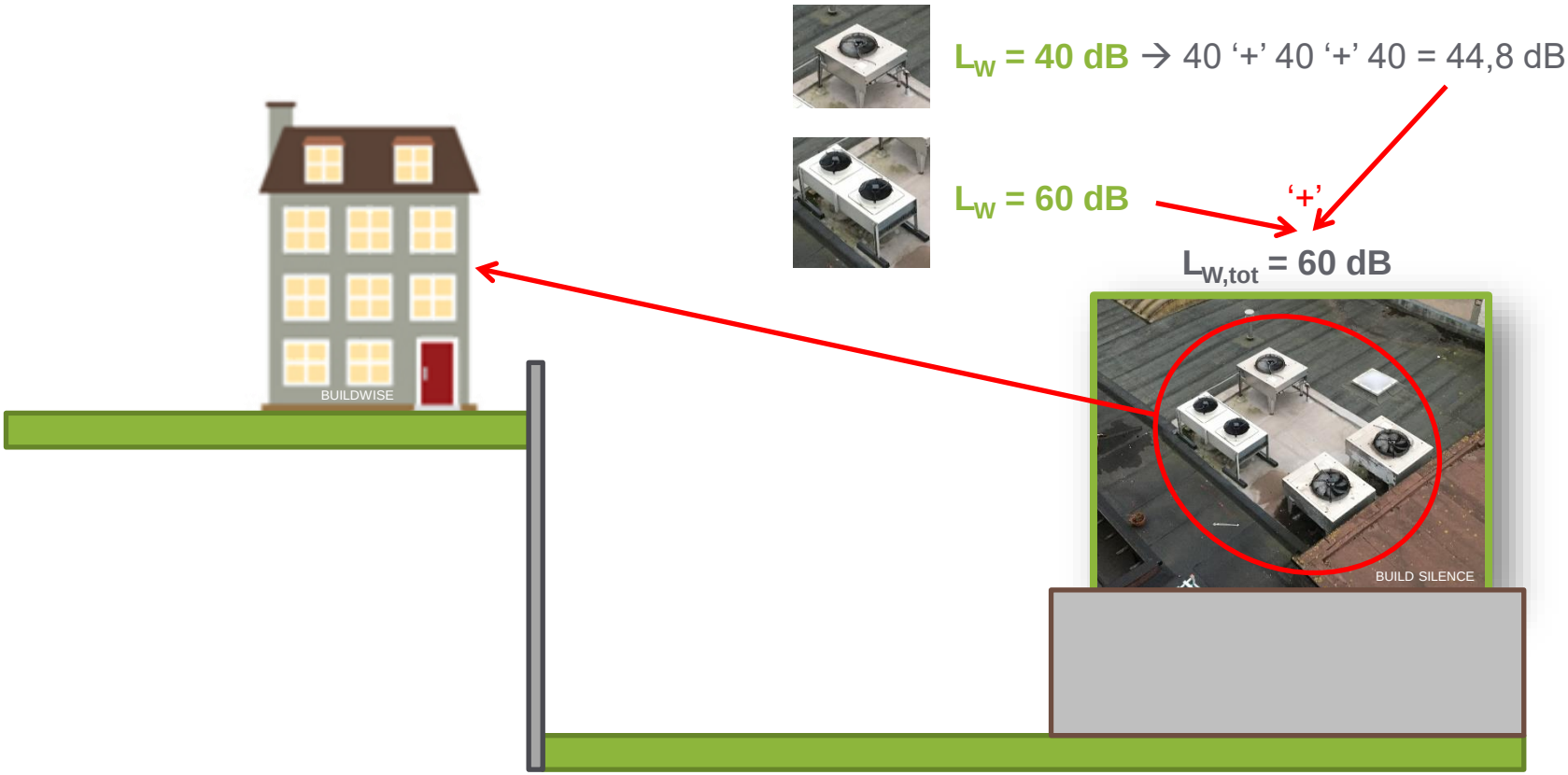
53 '+' 53 = 56 dB

28

ADDITION DE NIVEAUX SONORES

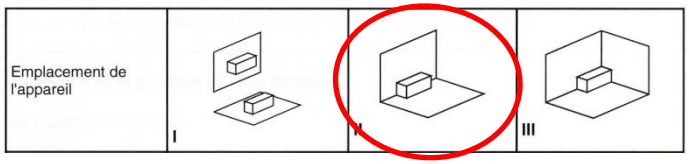
La source la plus bruyante domine le niveau sonore

- L'équipement le plus bruyant est celui à considérer pour le calcul indicatif



Exemple de calcul indicatif du bruit des installations

- Quel est le niveau de bruit engendré à 10 m de 4 unités extérieures de pompes à chaleur dont le niveau de puissance acoustique annoncé par le fabricant est de 50 dB(A) chacune ?
- Données utiles :
  - L_{WA} = 50 dB
  - d = 10 m
  - Q = 4



- Etape 01 : addition des 4 sources
  - $L_{WA,tot}$ = 50 ‘+’ 50 ‘+’ 50 ‘+’ 50 = 56 dB

- Etape 02 : calcul du niveau de pression sonore

$$L_p = L_W + 10\lg\frac{Q}{4\pi d^2}$$

$$L_{pA} = 56 + 10\lg\frac{4}{4\pi 10^2} = 31\ \text{dB}$$

30

NIVEAU DE BRUIT D'UNE GRILLE DE PRISE D'AIR/REJET D'AIR

Evaluation du niveau de pression d'une grille de prise/rejet d'air

- Niveau de puissance L_{WA} donné dans la fiche technique de la CTA

NIVEAU DE BRUIT D'UNE GRILLE DE PRISE D'AIR/REJET D'AIR

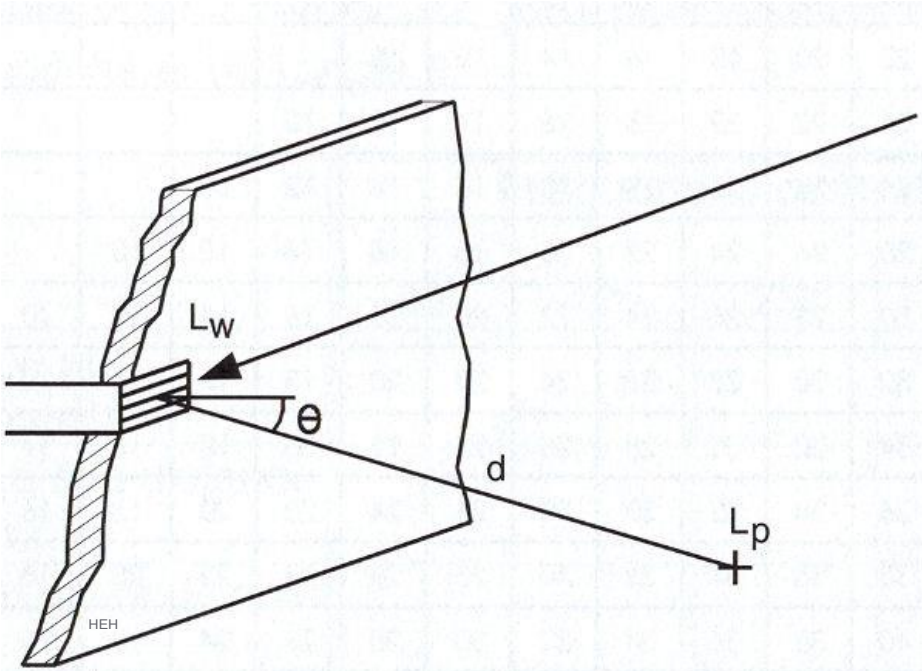
Evaluation du niveau de pression d'une grille de prise/rejet d'air

- Niveau de puissance L_{WA} donné dans la fiche technique de la CTA

NIVEAU DE BRUIT D'UNE GRILLE DE PRISE D'AIR/REJET D'AIR

Evaluation du niveau de pression d'une grille de prise/rejet d'air

- Niveau de puissance L_{WA} donné dans la fiche technique de la CTA



Un débouché de conduit aéraulique produit un niveau de puissance acoustique Lw [dB(A)] connu.

Il se trouve en paroi donnant sur l'extérieur

Il s'agit de déterminer le niveau de pression acoustique Lp [dB(A)] à la distance d du débouché

NIVEAU DE BRUIT D'UNE GRILLE DE PRISE D'AIR/REJET D'AIR

Evaluation du niveau de pression d'une grille de prise/rejet d'air

- Niveau de puissance L_{WA} donné dans la fiche technique de la CTA
- Calcul du niveau L_{pA} à la distance d par bandes d'octave, à partir du L_{WA} du débouché :

$$L_p = L_W + 10 \lg \frac{2}{\pi d^2}$$

- Correction à ajouter au niveau L_p en fonction de la section du débouché et de l'angle :

		Fréquences des bandes d'octave en hertz										
Section du débouché S [m²]	0,25	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	X	X	X
	1	X	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	X	X
	4	X	X	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	X
	16	X	X	X	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Angle θ	0°	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	0	0	0	0	0
	20°	- 5	- 4	- 3	- 3	- 2	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1
	40°	- 6	- 5	- 5	- 4	- 4	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3
	60°	- 6	- 6	- 6	- 7	- 7	- 9	- 9	- 9	- 9	- 9	- 9
	80°	- 7	- 7	- 8	- 10	- 13	- 39	- 39	- 39	- 39	- 39	- 39

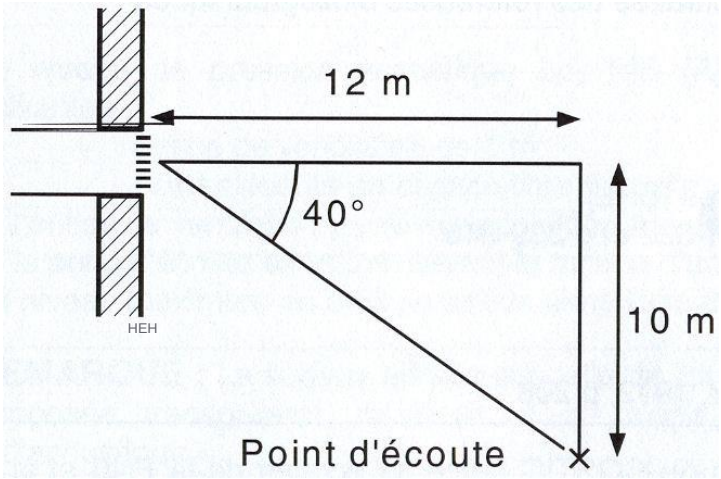
NIVEAU DE BRUIT D'UNE GRILLE DE PRISE D'AIR/REJET D'AIR

Evaluation du niveau de pression d'une grille de prise/rejet d'air

- Calcul par bandes de fréquences – calcul du niveau de pression

Exemple pour un conduit de 1 m² :

f (Hz) :	63 (dB)	125 (dB)	250 (dB)	500 (dB)	1000 (dB)	2000 (dB)	4000 (dB)	8000 (dB)	Global (dB)
L_{WA}	60	63	62	61	58	56	52	50	68.5
L_{pA}	34	37	36	35	32	30	26	24	
ΔL	-5	-5	-4	-4	-3	-3	-3	-3	
L_{pA}	29	32	32	31	29	27	23	21	38.5



S = 1 m²

d = 15,6 m

$$L_p = L_W + 10\lg\frac{2}{\pi 15{,}6^2}$$

35 NIVEAU DE BRUIT D'UNE GRILLE DE PRISE D'AIR/REJET D'AIR

Evaluation du niveau de pression d'une grille de prise/rejet d'air

- Calcul par bandes de fréquences – influence de la géométrie

Exemple pour un conduit de 1 m² :

f (Hz) :	63 (dB)	125 (dB)	250 (dB)	500 (dB)	1000 (dB)	2000 (dB)	4000 (dB)	8000 (dB)	Global (dB)
L_{WA}	60	63	62	61	58	56	52	50	68.5
L_{pA}	34	37	36	35	32	30	26	24	
ΔL	-5	-5	-4	-4	-3	-3	-3	-3	
L_{pA}	29	32	32	31	29	27	23	21	38.5

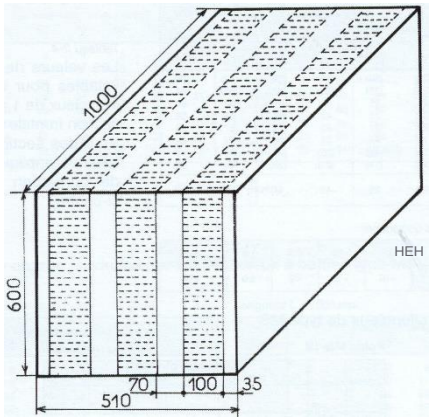
		Fréquences des bandes d'octave en hertz										
Section du débouché S [m²]	0,25	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	X	X	X
	1	X	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	X	X
	4	X	X	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	X
	16	X	X	X	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Angle θ	0°	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	0	0	0	0	0
	20°	- 5	- 4	- 3	- 3	- 2	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1
	40°	- 6	- 5	- 5	- 4	- 4	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3
	60°	- 6	- 6	- 6	- 7	- 7	- 9	- 9	- 9	- 9	- 9	- 9
	80°	- 7	- 7	- 8	- 10	- 13	- 39	- 39	- 39	- 39	- 39	- 39

Diminution du niveau de pression à la sortie d'une grille de prise/rejet d'air

- Mise en oeuvre de silencieux passifs : caisson rigide étanche (p. ex métallique), matelas de matériau absorbant (LM), tôle perforée.

Diminution du niveau de pression à la sortie d'une grille de prise/rejet d'air

- Mise en oeuvre de silencieux passifs : caisson rigide étanche (p. ex métallique), matelas de matériau absorbant (LM), tôle perforée.
- Sélection d'un silencieux :
  - Le coût,
  - Le poids,
  - L'encombrement,
  - Les pertes de charge,
  - L'atténuation par bandes d'octave, p.ex :



Longueur L = 1500 mm

f_m, Oct. en Hz	Ecartement des baffles s en mm						
	40	50	60	70	80	90	100
63	3	3	3	3	2	1	1
125	12	10	9	9	8	7	6
250	29	24	21	18	16	14	13
500	32	27	24	22	20	19	18
1 k	46	43	40	38	35	33	31
2 k	49	44	40	37	33	31	29
4 k	31	28	26	24	22	21	19
8 k	25	23	21	19	16	14	12

Build Silence
Acoustic Booths & Engineers
Build Silence

Build Silence
Acoustics Booths & Engineers
Build Silence

TABLE DES MATIÈRES

GÉNÉRALITÉS

- Cadre normatif et réglementaire à Bruxelles
- Relations utiles entre L_{WA} et L_{pA}
- Evaluation du niveau de bruit dans l'environnement

OUTILS PRATIQUES DE CALCUL

- Addition des niveaux sonores et masquage
- Calcul du niveau de bruit émis par un équipement
- Evaluation du niveau de pression d'une grille de prise/rejet d'air
- Limitation du bruit des installations HVAC dans l'environnement

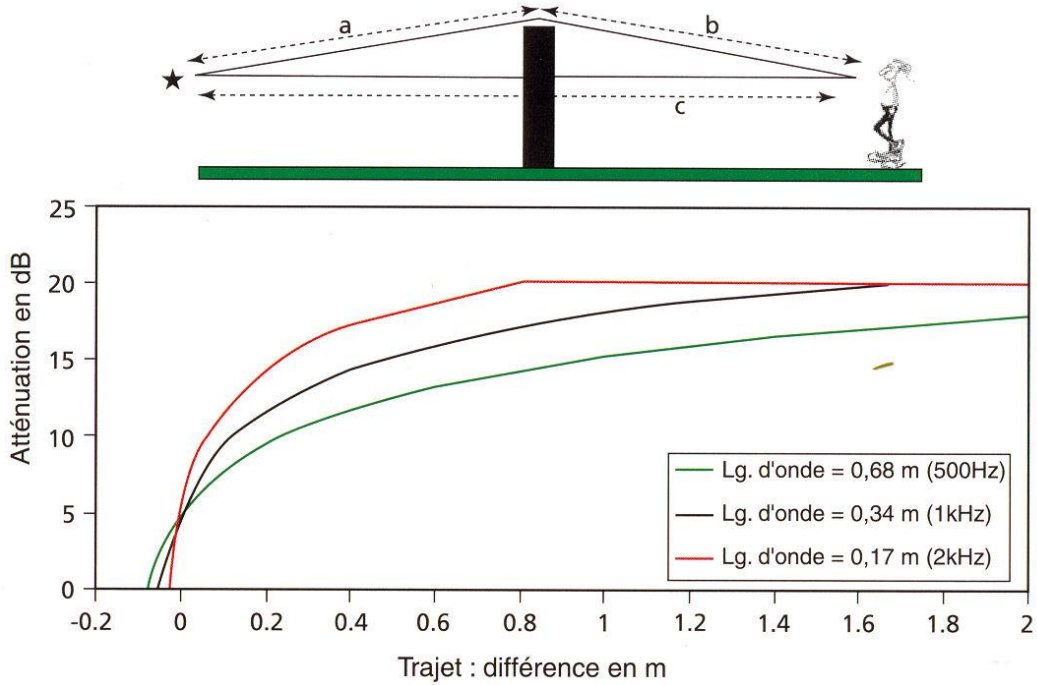
ECRANS ET CAISSONS ACOUSTIQUES

- **Calcul pratique de l'atténuation d'un écran acoustique**
- **Caissons acoustiques**

ECRANS ET BARRIÈRES ACOUSTIQUES

Efficacité d'un écran acoustique en niveau et fréquence

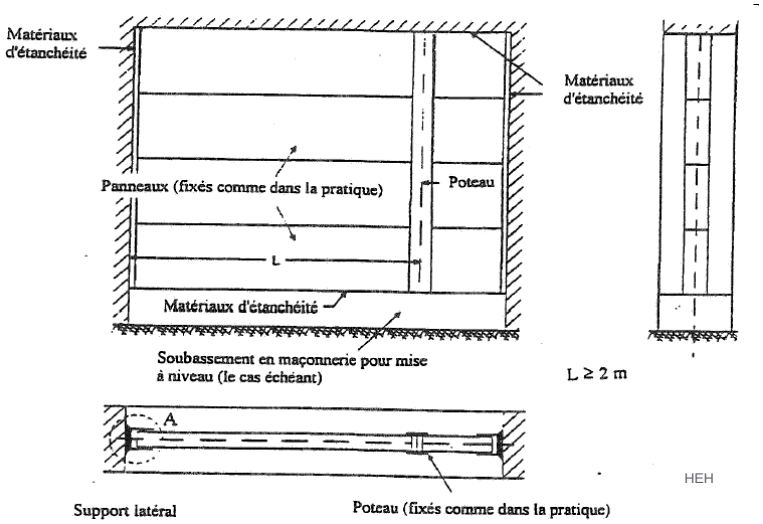
- L'efficacité d'un écran est essentiellement liée à deux facteurs :
  - la différence entre le chemin direct et la transmission entre la source et le récepteur et le chemin passant par dessus l'obstacle : a + b – c ,
  - le contenu fréquentiel du bruit (moins efficace aux basses fréquences).



ECRANS ET BARRIÈRES ACOUSTIQUES

Efficacité d'un écran acoustique : indice d'affaiblissement acoustique

- L'efficacité d'un écran est exprimée par le R_w ou le DLR (mesurés en laboratoire)



ECRANS ET BARRIÈRES ACOUSTIQUES

Efficacité d'un écran acoustique : indice d'affaiblissement acoustique

- Conditions pour le bon fonctionnement d'un écran :
  - Étanchéité "intrinsèque" efficace (panneaux pleins),
  - Jonctions étanche entre panneaux,
  - Masse surfacique suffisante,
  - Classement en catégories (DLR).

Catégorie	DL_R dB
B0	non déterminé
B1	< 15
B2	15 à 24
B3	> 24

ECRANS ET BARRIÈRES ACOUSTIQUES

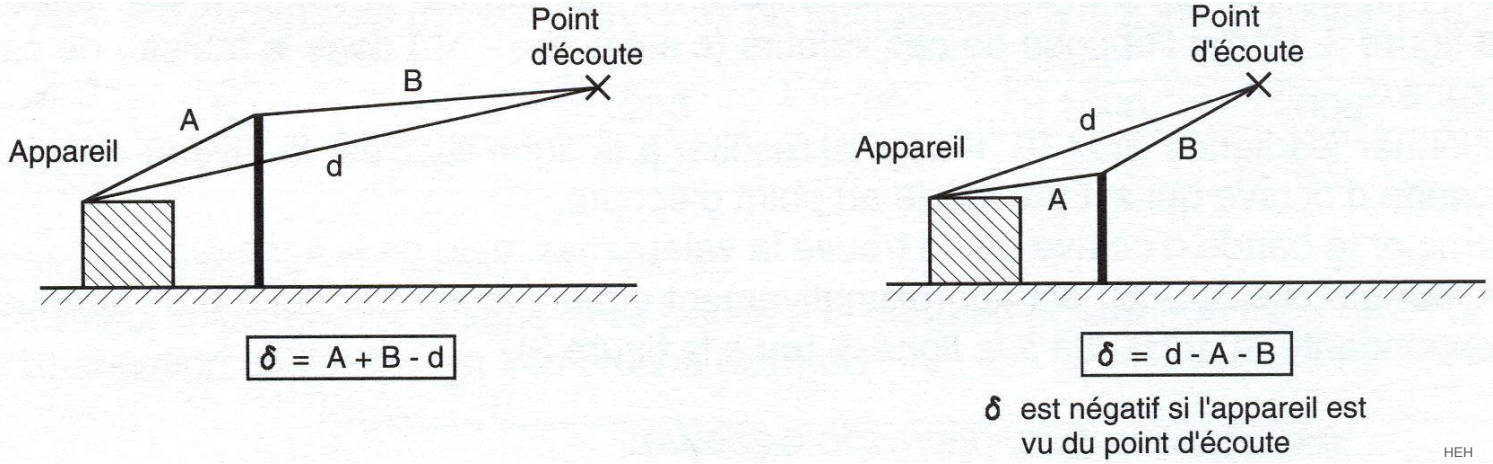
Efficacité d'un écran acoustique : indice d'affaiblissement acoustique

- Prise d'air des machines : efficacité limitée des écrans ajourés
- Louves acoustiques/silencieux complémentaires

ECRANS ET BARRIÈRES ACOUSTIQUES

Efficacité d'un écran acoustique : méthode de dimensionnement

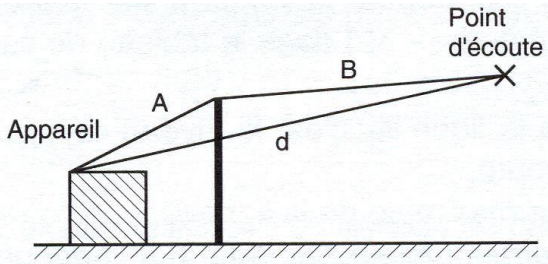
- Plusieurs méthodes en application :
  - ISO 9613-2 – méthode complète & logiciels,
  - Méthodes simplifiées sur base d'abaques.
- L'efficacité ΔL (en diffraction) d'un écran est essentiellement liée à deux facteurs :
  - la fréquence du bruit,
  - l'emplacement de l'écran.



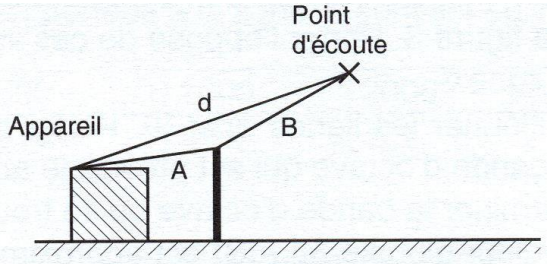
Efficacité d'un écran acoustique : méthode de dimensionnement

- Efficacité ΔL d'un écran, appliqué au spectre en dB(A) :

δ [m]	BANDES D'OCTAVES – Fréquences en hertz						
	63	125	250	500	100	2000	4000
- 0,1	4	2	1	0	0	0	0
- 0,05	4	4	2	1	1	0	0
- 0	5	5	5	5	5	5	5
+ 0,05	6	6	7	8	10	11	13
+ 0,1	6	7	8	10	11	14	17
+ 0,2	7	8	10	11	14	17	19
+ 0,3	8	9	10	13	16	19	21
+ 0,4	8	10	11	14	17	20	22
+ 0,5	9	10	12	15	18	21	23
+ 0,8	10	11	13	17	19	23	26
+ 1,0	10	12	15	18	21	24	27



$\delta = A + B - d$



$\delta = d - A - B$

δ est négatif si l'appareil est vu du point d'écoute

HEH

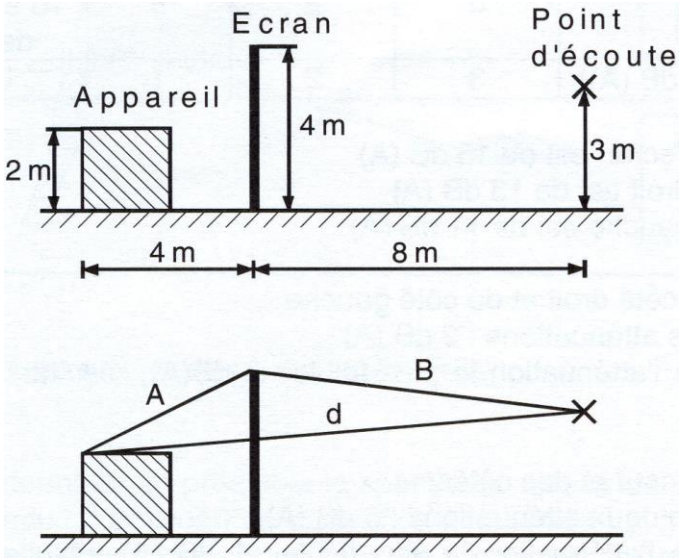
ECRANS ET BARRIÈRES ACOUSTIQUES

Efficacité d'un écran acoustique : exemple de dimensionnement

- À 12m, on mesure le spectre suivant émis par une tour de refroidissement.

f (Hz) :	63	125	250	500	1000	2000	4000	Global
L_{pA} (dB)	39	49	53	58	58	57	53	63

- Quelle sera l'atténuation apportée par un écran d'une hauteur de 4m, situé à une distance de 4m de la source ?



$$A = \sqrt{2^2 + 4^2} = 4{,}47\,m$$

$$B = \sqrt{1^2 + 8^2} = 8{,}06\,m$$

$$d = \sqrt{1^2 + 12^2} = 12{,}04\,m$$

$$\delta = A + B - d = 0{,}49\ m$$

HEH

Efficacité d'un écran acoustique : exemple de dimensionnement

- Efficacité ΔL d'un écran, appliqué au spectre en dB(A) :

δ [m]	BANDES D'OCTAVES – Fréquences en hertz						
	63	125	250	500	100	2000	4000
- 0,1	4	2	1	0	0	0	0
- 0,05	4	4	2	1	1	0	0
- 0	5	5	5	5	5	5	5
+ 0,05	6	6	7	8	10	11	13
+ 0,1	6	7	8	10	11	14	17
+ 0,2	7	8	10	11	14	17	19
+ 0,3	8	9	10	13	16	19	21
+ 0,4	8	10	11	14	17	20	22
+ 0,5	9	10	12	15	18	21	23
+ 0,8	10	11	13	17	19	23	26
+ 1,0	10	12	15	18	21	24	27

- Application du ΔL au spectre du niveau de pression mesuré

f (Hz) :	63	125	250	500	1000	2000	4000	Global
L_{pA} (dB)	39	49	53	58	58	57	53	63
ΔL(dB)	-9	-10	-12	-15	-18	-21	-23	
L_{p2}(dB)	30	39	41	43	40	36	30	47.5

ECRANS ET BARRIÈRES ACOUSTIQUES

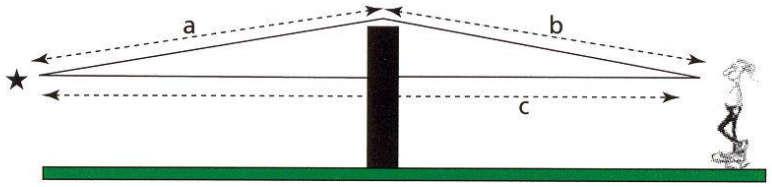
Efficacité d'un écran acoustique : exemple de dimensionnement

- Efficacité "intrinsèque" d'un écran.

f (Hz) :	63	125	250	500	1000	2000	4000	Global
L_{pA} (dB)	39	49	53	58	58	57	53	63
ΔL(dB)	-9	-10	-12	-15	-18	-21	-23	
L_{p2}(dB)	30	39	41	43	40	36	30	47.5

La valeur maximale de la dernière ligne détermine la performance de l'écran :

$\Delta L = 58 - 43 = 15$ dB

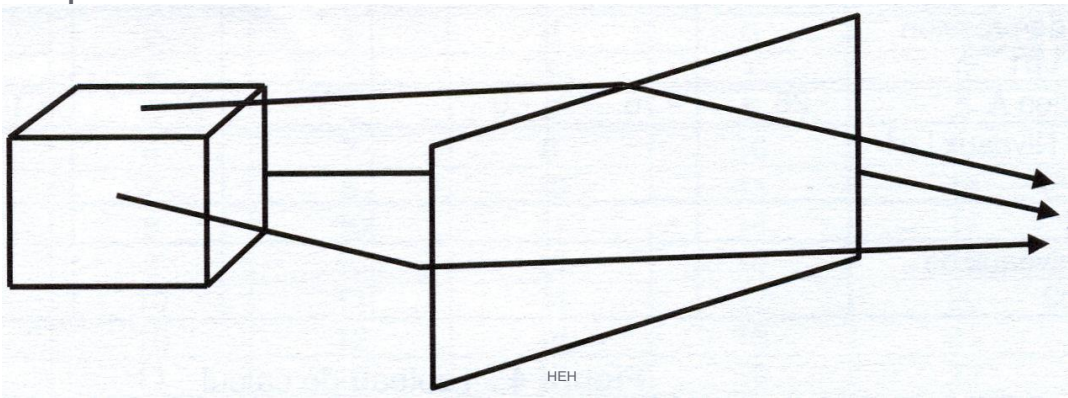


B&K

ECRANS ET BARRIÈRES ACOUSTIQUES

Efficacité d'un écran acoustique : méthode de dimensionnement

- Ecran de dimensions finies : calcul des différentes voies de propagation
  - Par le haut de l'écran
  - Par les côtés
- L'atténuation de chaque côté de l'écran est déterminée de la même façon que pour la partie supérieure de l'écran.



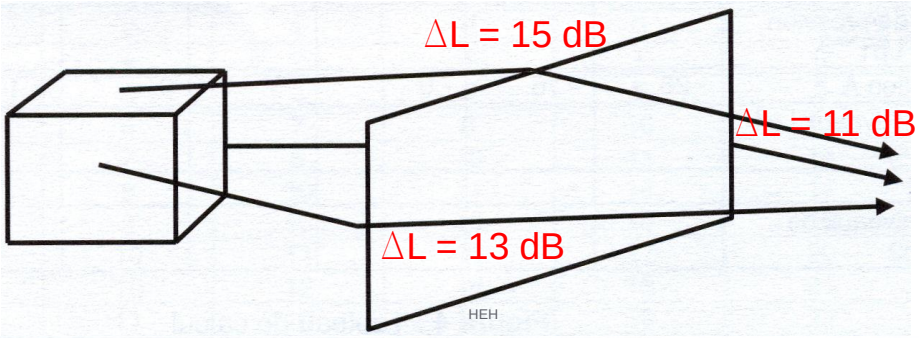
- On calcule l'atténuation totale de l'écran à l'aide du tableau suivant : atténuation résultante de deux atténuations :

Différence entre les deux atténuations [dB (A)]	0	2	6	10 et au-delà
Valeur à enlever à l'atténuation la plus faible [dB (A)]	3	2	1	0

ECRANS ET BARRIÈRES ACOUSTIQUES

Efficacité d'un écran acoustique : méthode de dimensionnement

- Exemple : efficacité résultante en tenant compte des différentes atténuations
  - Par le haut de l'écran
  - Par les côtés
- L'atténuation d'un écran est de 15 dB(A) par le haut, 13 dB(A) par le côté droit et 11 dB(A) par le côté gauche. Quelle est l'atténuation résultante ?



Différence entre les deux atténuations [dB (A)]	0	2	6	10 et au-delà
Valeur à enlever à l'atténuation la plus faible [dB (A)]	3	2	1	0

- entre les côtés gauche et droit : **13 – 11 = 2 dB(A)** → 11 – 2 (tableau) = 9 dB(A)
- entre le haut et Les côtés : **15 – 9 = 6 dB(A)** → 9 – 1 (tableau) = 8 dB(A)

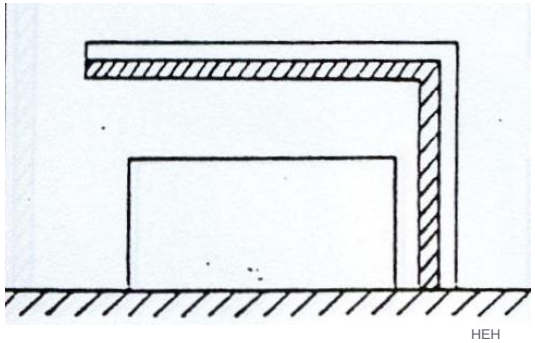
CAISSONS ACOUSTIQUES

Encoffrement des machines

- Efficacité attendue

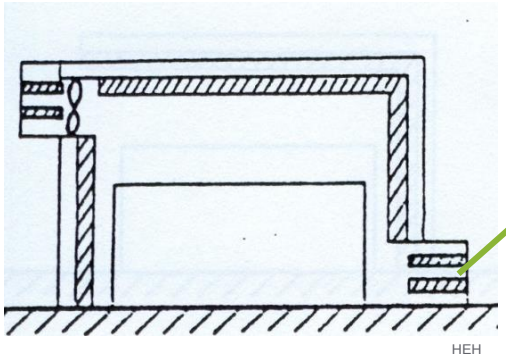
Capotage semi-ouvert :

5 à 15 dB(A)



Capotage fermé :

20 à 35 dB(A)



- Matériaux pour la réalisation de capotages acoustiques, exemple de composition :
  - acier perforé à 45%, ép. 1 mm,
  - voile de verre (protection),
  - laine minérale 80 mm,
  - acier plein ép. 1.5 mm.

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

- Les niveaux de bruit maxima autorisés pour les équipements sont repris dans les Arrêtés de la RBC du 21/11/02. Les valeurs à atteindre visent un niveau de bruit relativement bas dans le voisinage.

- Dans les fiches techniques des équipements, on retrouve en général le niveau de puissance LWA. C'est sur base de celui-ci qu'il est possible de réaliser des calculs de propagation dans l'environnement.

- Le niveau de pression LpA engendré par l'équipement et soumis aux critères des Arrêtés va dépendre du LWA mais également de la distance, de la directivité de la source, des effets d'écran et des réflexions. Les outils décrits ci-avant permettent de réaliser un calcul indicatif du LpA. Pour un calcul plus précis tenant compte aussi d'autres paramètres complémentaires, il est nécessaire de recourir à des logiciels de calcul.

- La plupart du temps, pour respecter les critères visés, même si on limite leur LWA, il sera nécessaire de compléter les équipements (p.ex. PAC, pompes, ventilateurs…) avec des dispositifs acoustiques de réduction du bruit complémentaires : silencieux, écrans, caissons, …

OUTILS

Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- Dossier | Assurer le confort acoustique
- Solution | Acoustique des techniques
- Solution | Acoustique du système de ventilation
- Solution | Acoustique d'une paroi massive simple
- Solution | Acoustique d'une paroi légère en plaques de plâtre
- Solution | Acoustique d'un plancher porteur massif
- Solution | Matériaux d'isolation pour les bruits d'impact
- Vue d'ensemble des dispositifs
- Dossier | Minimiser la contribution acoustique du bâtiment au quartier

Sites internet

- FRANCE AIR

FRANCE https://www.france-air.com/wp-content/uploads/2016/08/Memento20Acoustique.pdf

- BUILDWISE

www.buildwise.be

Formation

- Acoustique du Bâtiment

  www.buildsilence.be

  Formations régulières dans le domaine de l'acoustique du bâtiment

CONTACT

Manuel VAN DAMME

Acoustical Expert

Build Silence

www.buildsilence.be

✉ mvd@buildsilence.be

Build Silence
Acoustical Experts & Engineers

?

MERCI POUR VOTRE ATTENTION