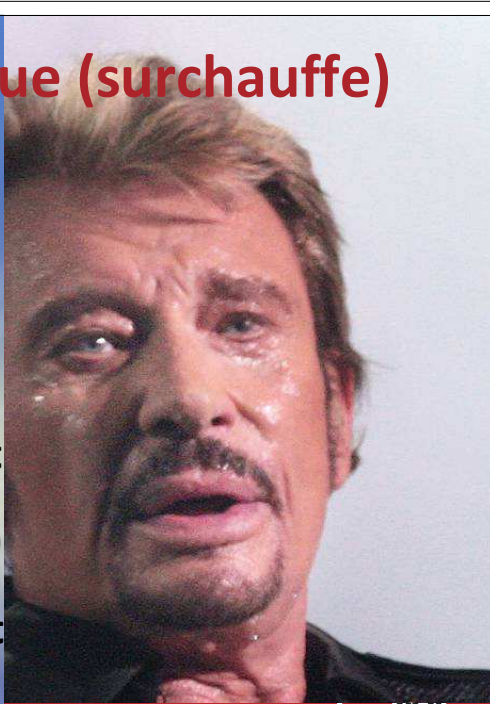


■■■■ Aspect thermique (surchauffe)

- En période estivale, la charge thermique extérieure est forte (soleil, > 30°C)
- La charge thermique intérieure se cumule (cuisine, etc.)
- Généralement, le confort nécessite d'importants transferts d'air (fenêtres)
- Inertie thermique et ventilation nocturne sont recommandées

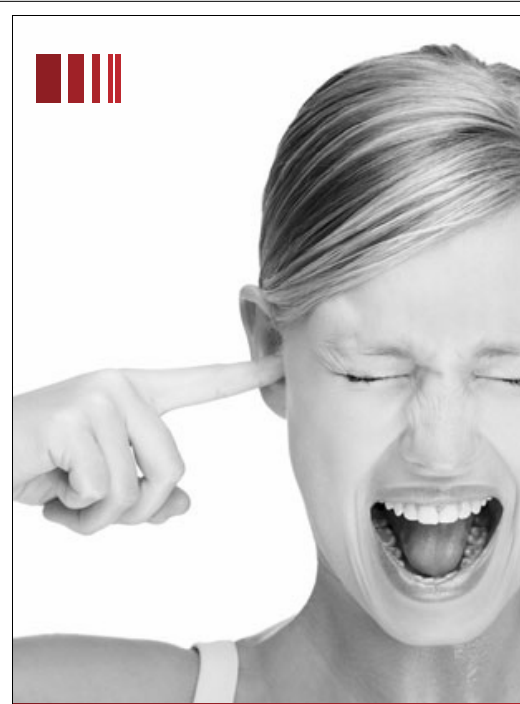


Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010



Aspect acoustique (réveil)

- En période estivale, les bruits nocturnes extérieurs sont les plus dérangeants (terrasses, circulation, voisinage, etc.)
- Généralement, le confort minimal nécessite au moins le respect des limites OPB
- Particulièrement la nuit



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

Robert Beffa > contact@acuconsult.ch



Robert Beffa

h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève



Protection contre le bruit : Les dispositifs en façade :

En est-on réduit à choisir entre "la peste et le choléra" ?

OPB Art. 39 Lieu de la détermination

- 1 Pour les bâtiments, les immissions de bruit seront mesurées au milieu de la fenêtre ouverte des locaux à usage sensible au bruit.

Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

Robert Beffa > contact@acuconsult.ch

■■■■ La nuisance sonore affectant le plus grand nombre de personnes est le bruit du trafic routier ($L_r > VLI$)

Environ 1'200'000 personnes, dont plus de 80% sont des résidents des zones urbaines
(source OFEV "pollution sonore" 2009)

En conséquence, l'OPB doit donc prioritairement être applicable pour les quartiers citadins.

Ce qui devrait modifier l'image "traditionnelle" de la lutte contre le bruit

Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

La protection acoustique vue en 1980



La protection acoustique en 2010 ?



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010



Que dit l'OPB à ce sujet ?

- La fenêtre ouverte de manière à pouvoir aérer son logement ?
- La fenêtre ouverte pour des raisons acoustiques ?

Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010



Éliminer les polluants visibles ...



VAPEURS



HUMIDITE



FUMÉE DE CIGARETTE



MOISSISSURES

- Confort et salubrité des locaux

nécessitent un renouvellement d'air minimum

Les polluants peuvent être visibles ou non ...

Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010



et ceux invisibles



GAZ DE COMBUSTION



ACARIENS



CO₂



SOLVANTS



RADON
(GAZ RADIOACTIF)

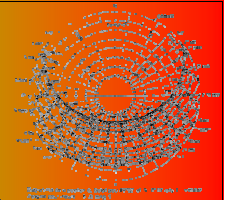


ODEURS



CHALEUR

Apports thermiques en hiver / en été

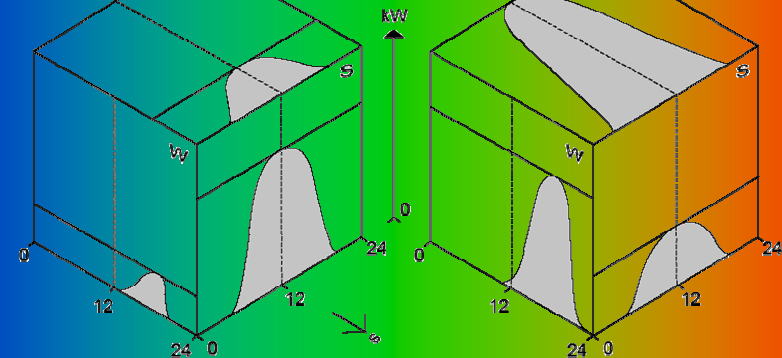


HIVER

HIVER

ÉTÉ

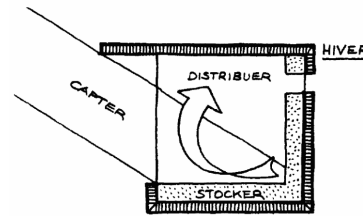
ÉTÉ



En hiver la façade sud reçoit la plus grande quantité de rayonnement, contrairement aux orientations est et ouest.

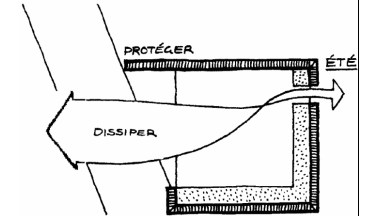
En été ce processus est inversé. Les heures pendant lesquelles la puissance est maximale varient suivant l'orientation du plan considéré.

En hiver (chauffage) capter et limiter les pertes



- Dès qu'il y a du soleil, il s'agit de **capter** l'énergie solaire, de la **stocker** pour pouvoir, en période de non ensoleillement, **distribuer** la chaleur accumulée. A tout moment, ou lorsque l'appoint de chaleur est fourni par l'installation de chauffage, il est nécessaire de **conserver** la chaleur contenue dans le bâtiment.

En période estivale Limiter la surchauffe



- Pour éviter les surchauffes, il s'agit de se **protéger** du rayonnement direct et, si nécessaire, **dissiper** la chaleur par ventilation naturelle du bâtiment.

Objectifs pour une aération/ventilation correcte

- **ventiler ce qu'il faut:** ni trop, ni trop peu, en tenant compte des besoins réels.
- **ventiler quand il faut:** inutile d'amener de l'air neuf si le bâtiment est inoccupé, l'aération naturelle suffit.
- **ventiler où il faut:** inutile de climatiser des locaux inoccupés
- **ventiler comme il faut:** de l'air trop froid ou circulant à trop grande vitesse est inconfortable.

Le confort thermique

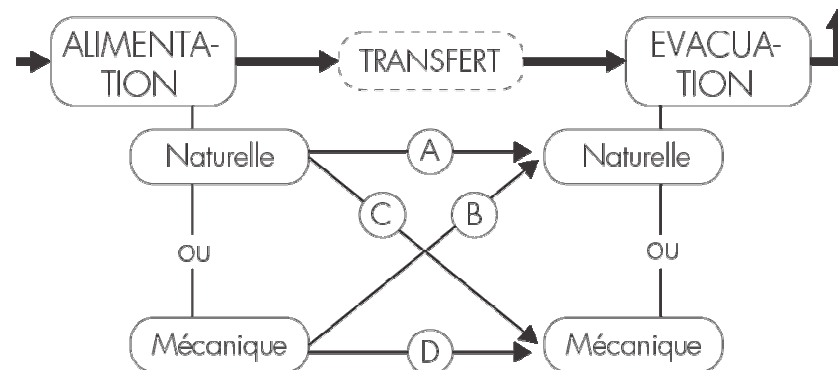
- Le confort obtenu est souvent ressenti comme agréable quand la différence de température entre extérieur et intérieur est à peu près constante, (contrairement aux bâtiments climatisés ou la température intérieure est généralement constante). Dans ce dernier cas, l'inertie thermique du bâtiment est tout à fait inutilisée.

L'aération naturelle

- De jour, l'augmentation de la vitesse de l'air augmente le confort, de nuit l'air refroidit la construction et accumule du frais pour la journée.
- Pour assurer le taux de renouvellement nécessaire, il faut prévoir des ouvertures permettant à l'air de traverser le bâtiment de bas en haut ou au moins d'une façade à l'autre.

L'aération mécanique

- Est quelquefois nécessaire si le bâtiment se trouve en zone bruyante, ce qui ne permet généralement pas l'exploitation efficace d'une aération naturelle suffisante.

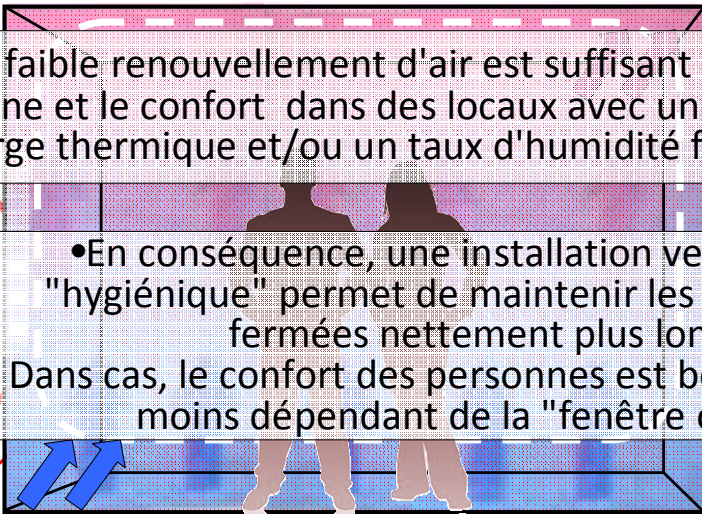


En situation hivernale ou entre saisons (temps frais)

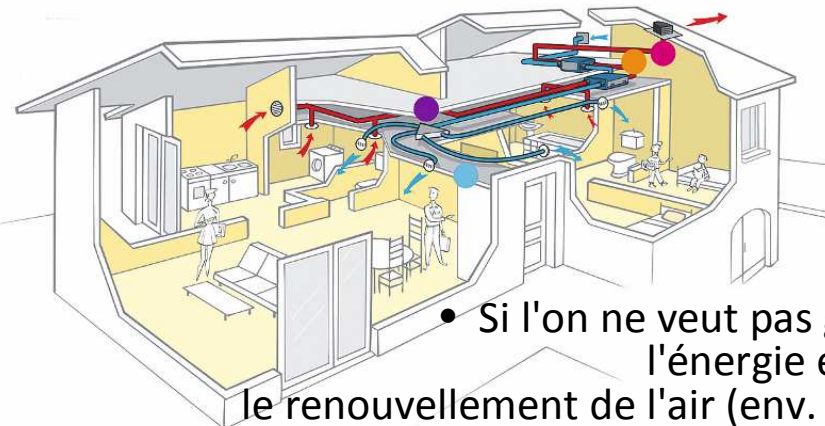


• Un faible renouvellement d'air est suffisant pour l'hygiène et le confort dans des locaux avec une faible charge thermique et/ou un taux d'humidité faible

• En conséquence, une installation ventilation "hygiénique" permet de maintenir les fenêtres fermées nettement plus longtemps. Dans cas, le confort des personnes est beaucoup moins dépendant de la "fenêtre ouverte"



La ventilation hygiénique

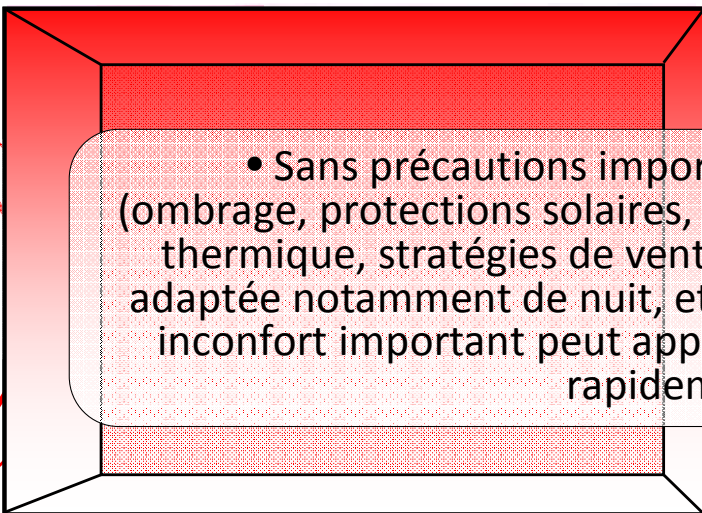


• Si l'on ne veut pas gaspiller l'énergie en hiver, le renouvellement de l'air (env. 0,5 V/h) peut s'effectuer avec une ventilation "double flux". Ce qui est malheureusement insuffisant pour assurer un confort estival

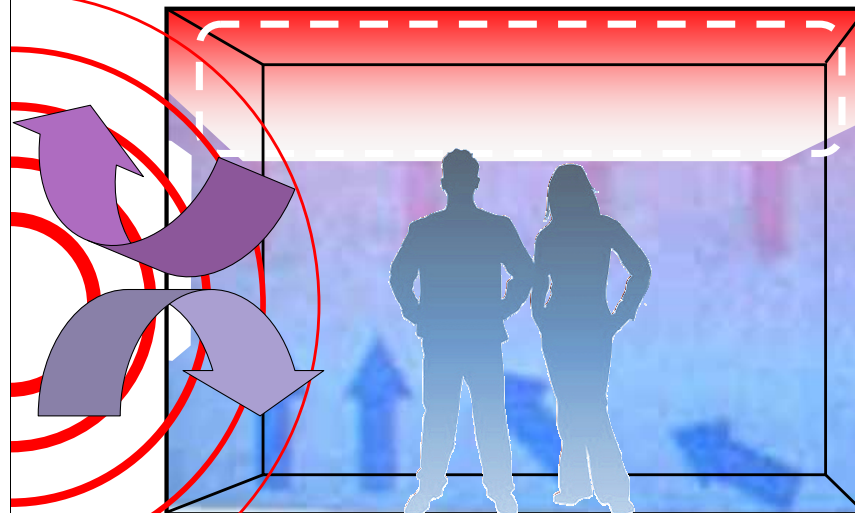
En situation estivale (juin-septembre, canicule)



• Sans précautions importantes (ombrage, protections solaires, inertie thermique, stratégies de ventilation adaptée notamment de nuit, etc.) un inconfort important peut apparaître rapidement ...



L'ouverture de la fenêtre réduit presque à zéro la protection acoustique



■ ■ ■ ■ Le dilemme est le suivant: D'un point de vue énergétique:

- Peu d'énergie utilisée pour le chauffage
- Une climatisation serait énergivore et de ce fait, pourrait réduire sensiblement le but premier visé.
- Une ventilation "généreuse et non énergivore" nécessite l'ouverture d'une grande section d'air (si possible frais).
-

■ ■ ■ ■ Le dilemme est le suivant: D'un point de vue acoustique:

- La situation estivale implique que les conditions découlant de l'application de l'OPB soient respectées, l'isolation acoustique de la façade étant inexistante lors de l'ouverture des fenêtres.
- Si l'emplacement est trop bruyant, le régime dérogatoire est le plus souvent envisagé, ce qui à terme finira par poser problème....

■ ■ ■ ■ Alternatives envisageables ?

- Il semblerait utile de définir les conditions (section d'air et efficacité acoustique) qui permettraient la conception de dispositifs "passifs" ou "mixtes" qui fourniraient aux usagés d'un logement des conditions de confort équivalentes à celles obtenues par une construction qui serait exposée à un niveau Lr respectant l'OPB pour la zone considérée.
- Autrement dit: **accepter la conception d'un dispositif atténuant la valeur du dépassement pronostiqué comme satisfaisant les exigences fixées par l'OPB**

■ ■ ■ ■ Exemples pour illustrer le propos

- **1 Frontenex/ VdGE architectes, de Giuli & Portier Architectes SA**
- **1bis Centre espoir / Armée du salut / architectes Hermes & Goetschmann**
- **2 Exemple d'un bâtiment minergie récent, (sans problème de bruit pour les chambres ...) qui pourrait probablement être optimisé pour fournir une efficacité acoustique intéressante. architectes, Devanthéry & Lamunière, Carouge**
- **2bis "Byker wall" Newcastle upon Tyne, GB, 1969-82; architecte Ralph Erskine**

■■■■ (Mesure de l'efficacité acoustique): éléments proches du récepteur fixés sur le bâtiment

1

- Ce type d'intervention peut être très "discrète"



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

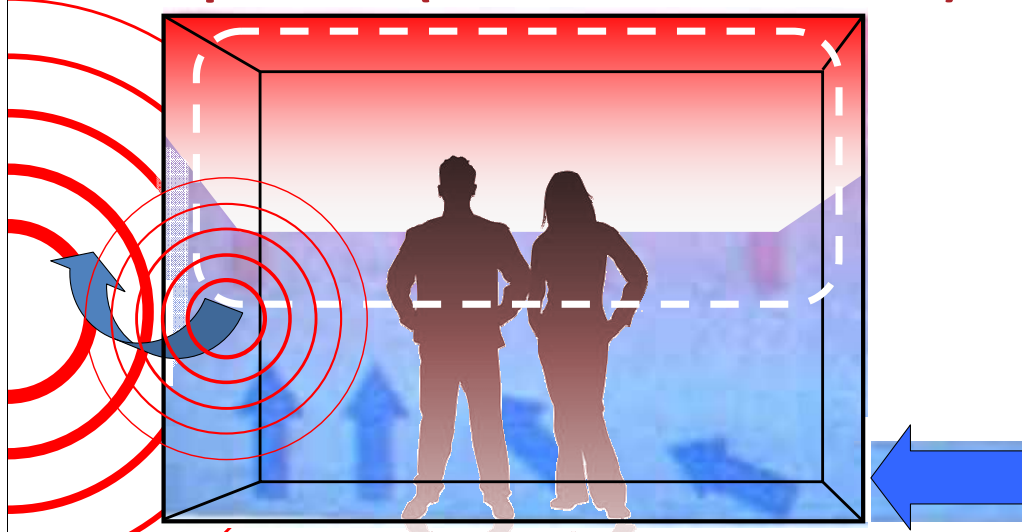
■■■■ (Mesure de l'efficacité acoustique): éléments proches du récepteur fixés sur le bâtiment

1



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

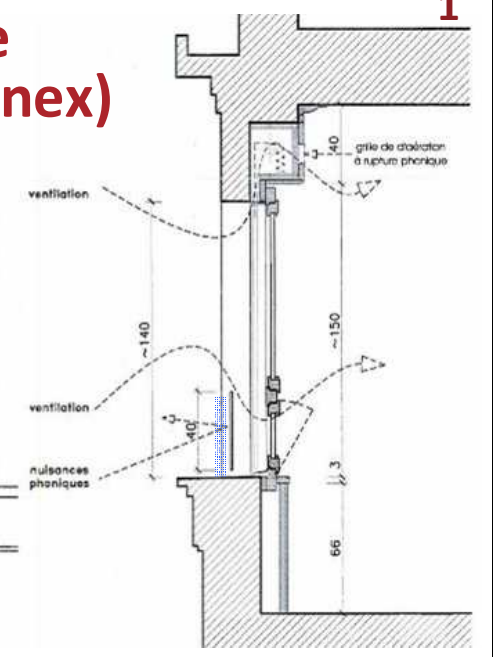
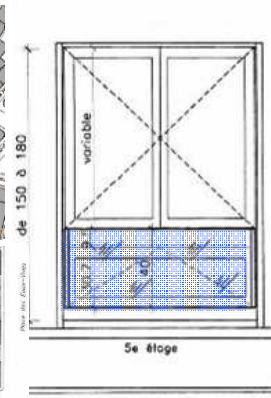
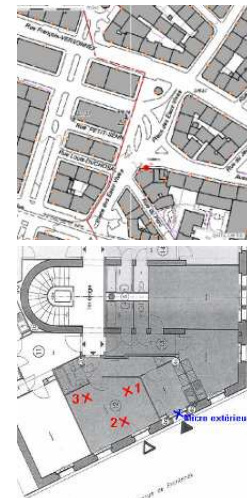
■■■■ Augmentation de la section d'air disponible (avec moins de bruit)



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

■■■■ Ecrans en allège (2 rte de Frontenex)

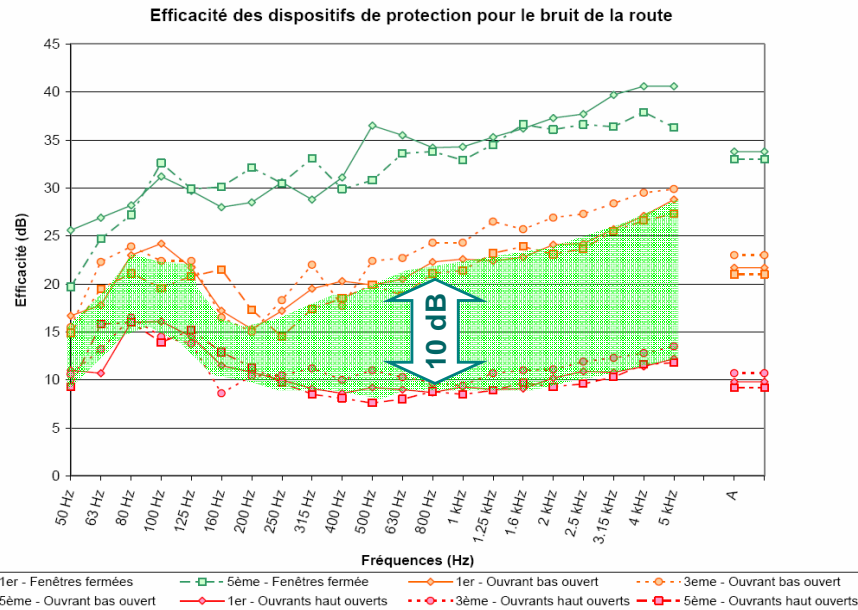
1



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

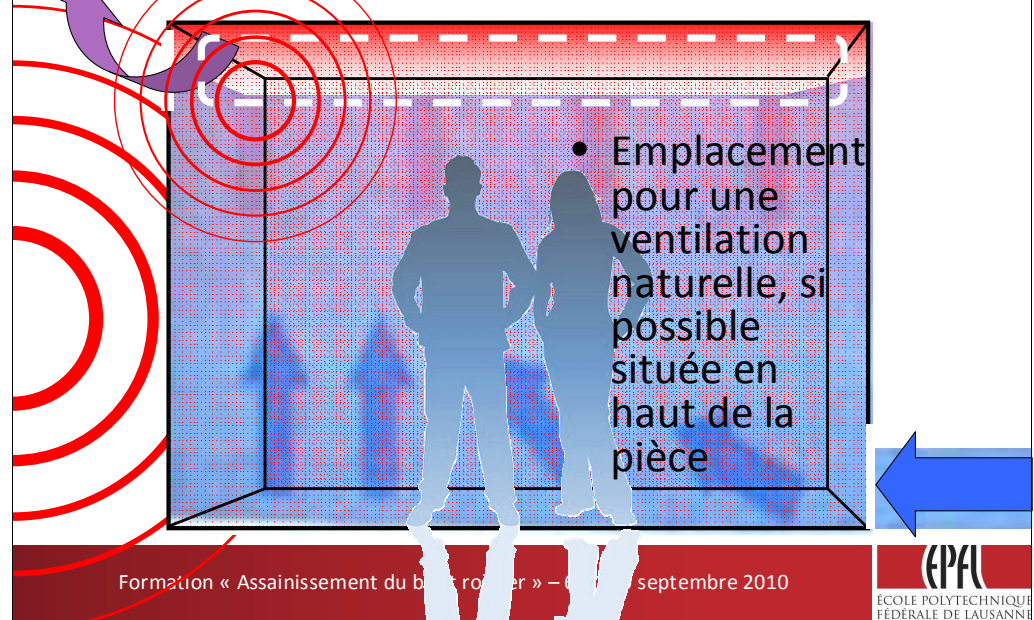
■ ■ ■ ■ (Mesure de l'efficacité acoustique): éléments proches du récepteur

1



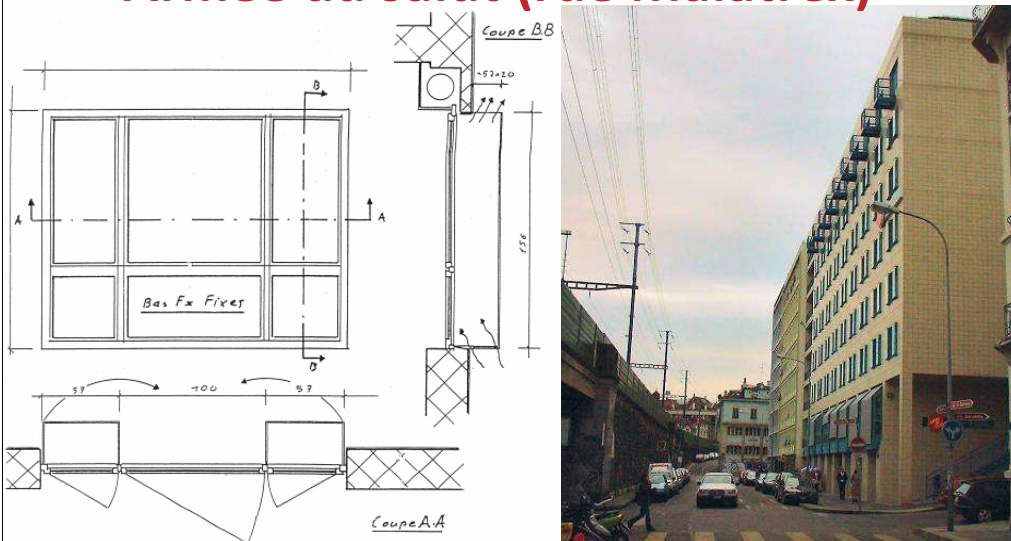
■ ■ ■ ■ Augmentation de la section d'air disponible (avec moins de bruit)

1bis



■ ■ ■ ■ Éléments proches du récepteur Armée du salut (rue Malatrex)

1bis

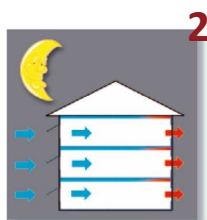


■ ■ ■ ■ Cas d'une construction avec possibilité de ventilation nocturne intense

2



ventilation nocturne intensive "nightcooling"



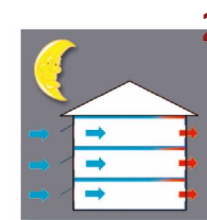
2

Pourquoi opter pour un refroidissement sain et gratuit ?

- Le nightcooling est le concept par lequel des flux d'air naturel importants assurent un refroidissement du bâtiment et de l'air intérieur pendant la nuit. De ce fait, le **confort thermique** sera optimal pendant les mois d'été moyennant une consommation d'énergie minimale.

Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

ventilation nocturne intensive "nightcooling"



2

- Outre la nécessité d'une **masse thermique suffisante** qui 'retient' la fraîcheur, une **quantité d'air suffisante** doit pouvoir circuler à travers l'habitation.
- Les débits qui sont nécessaires pour le refroidissement nocturne sont dix fois supérieurs aux débits nécessaires pour la ventilation de base. C'est pourquoi, pour le nightcooling, on parle également de **ventilation nocturne intensive**.

Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

Dans ce cas, pas d'exposition au bruit routier ... mais si cela eu été le cas ?

2



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

Un tel concept pourrait s'avérer intéressant (avec une grille acoustique)

2

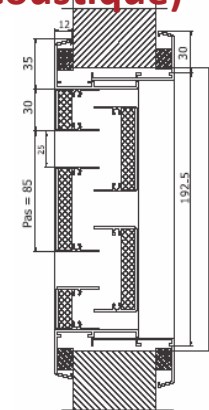


468AK/2 - vue de face



468AK/2 - vue arrière

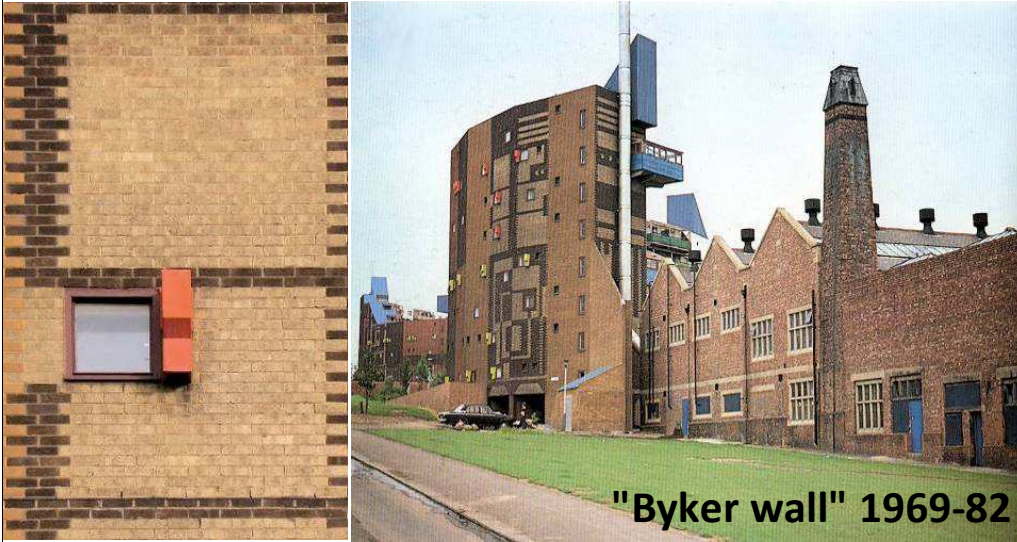
- Avec une exposition au bruit de 5 à 8 dBA **supérieure**
- Il pourrait probablement être admis que les conditions acoustiques dans la pièce seraient équivalentes (avec le volet ouvert)...



CONFORT	
Affaiblissement acoustique en position ouverte $R_{w}(CC_{p})$	(EN ISO 140-10, EN ISO717-1)
	8 (-1;-2) dB

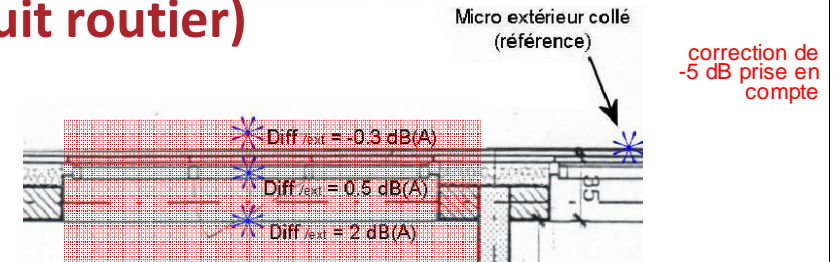
Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

■ ■ ■ ■ Dissociation des fonctions traditionnelles de la fenêtre



"Byker wall" 1969-82

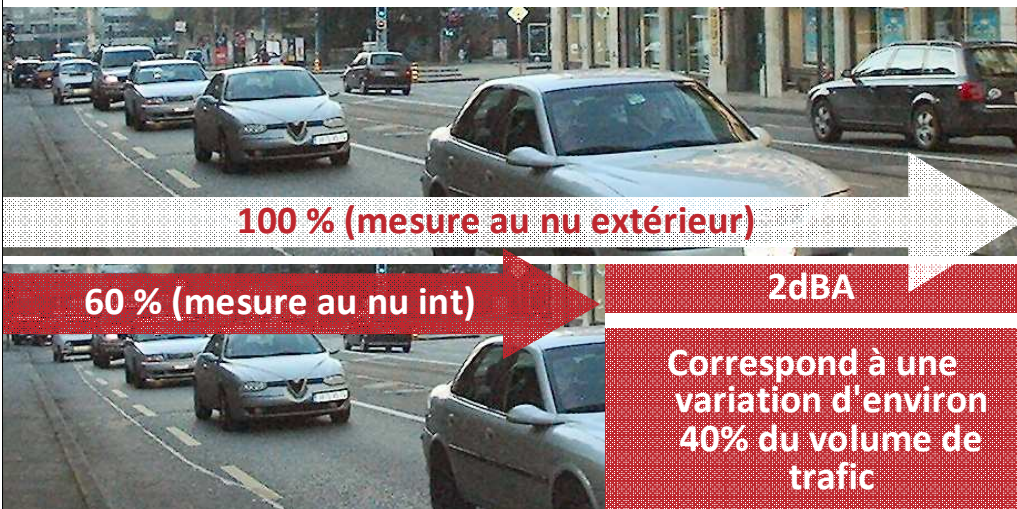
■ ■ ■ ■ Exemple: mesures comparatives (bruit routier)



Quel est l'emplacement précis du "Milieu de la fenêtre ouverte"?

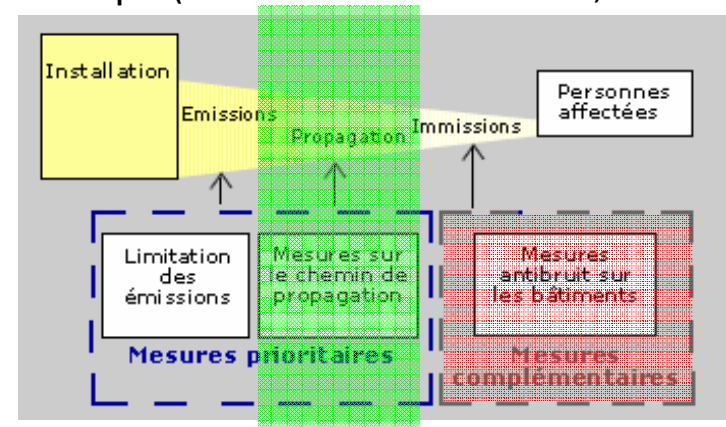
entre le nu extérieur du verre et le nu intérieur de la façade ont relève "in situ" des écarts de 2 dBA, voir plus ...

■ ■ ■ ■ Illustration de l'effet de cette "incertitude" lors des mesurages

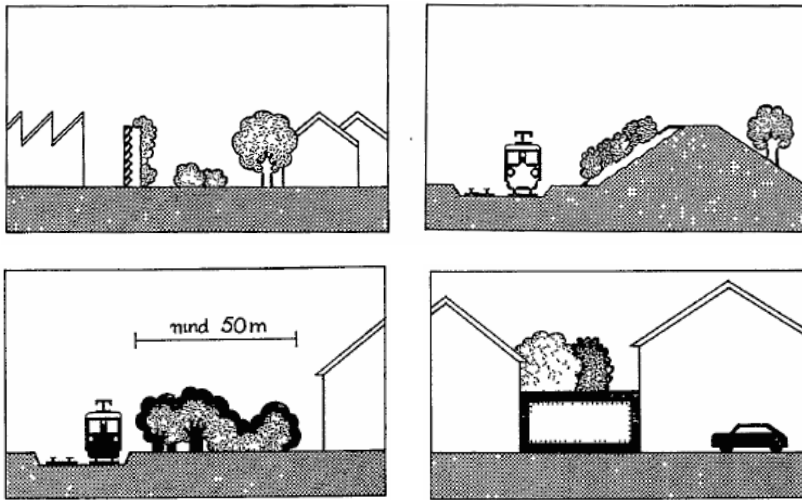


■ ■ ■ ■ Quelles mesures pour satisfaire ces objectifs ? (aération et acoustique)

- Principe (documentation site OFEV, www.ofev.ch)



La difficulté: comment protéger une fenêtre ouverte en ville ?



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

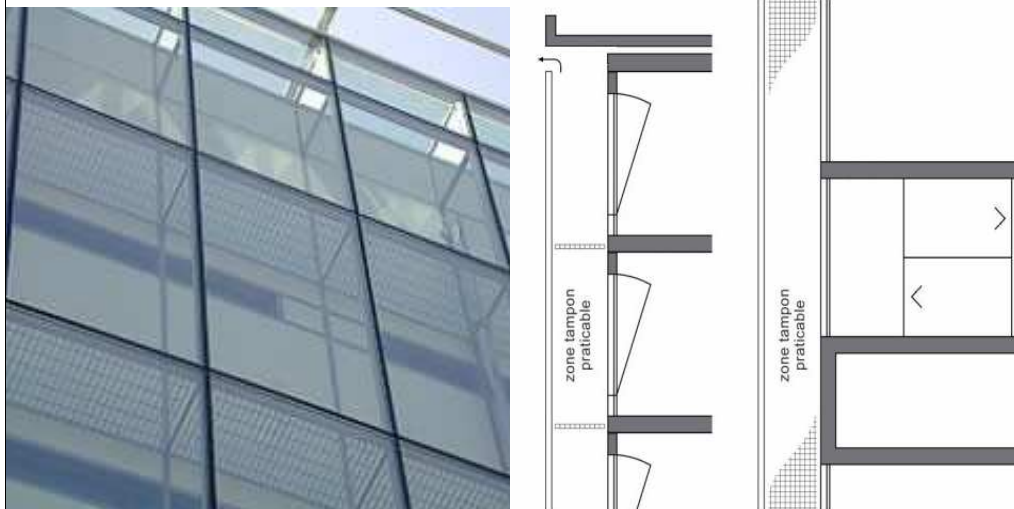
La difficulté: comment protéger une fenêtre ouverte en ville ?

• VIENNE



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

Et les façades "double peau" (1 façade + un écran)



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

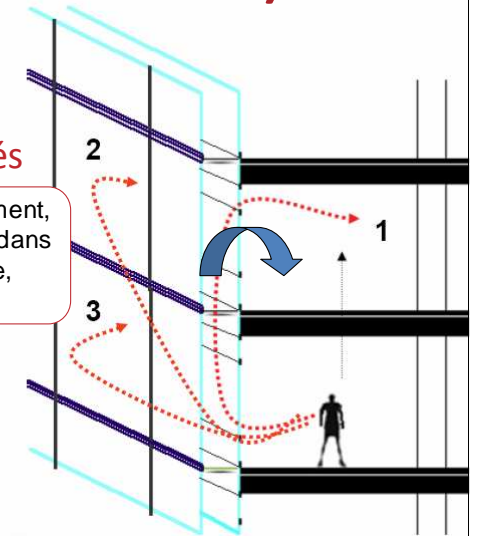
Gestion délicate de l'espace intermédiaire (mini atrium)



- 1: $D_{n,w}(C;C_{tr}) = 50 (-1;-3)$ dB
Avec une seule 37 (0;-1) dB
fenêtre ouverte
Entre deux bureaux superposés

Solution techniquement délicate avec, notamment, de nombreux problèmes pour prendre de l'air dans l'espace commun intermédiaire (surchauffe, acoustique, incendie, etc.)

- 2: $D_{n,w}(C;C_{tr}) = 56 (-1;-5)$ dB
- 3: $D_{n,w}(C;C_{tr}) = 35 (-1;-5)$ dB
TL, façade int. déterminantes

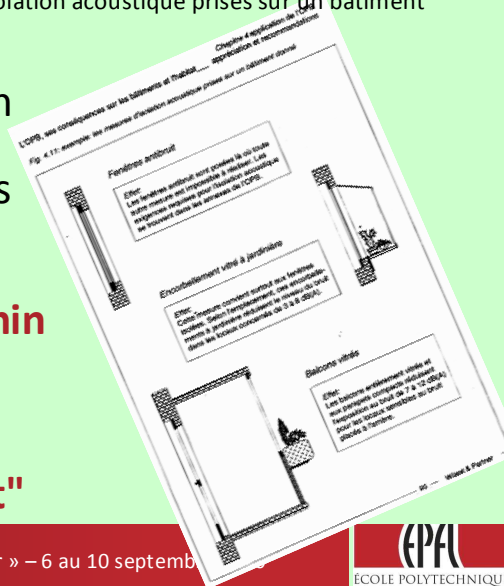


Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

|||| L'OPB et ses conséquences sur les bâtiments et l'habitat **Wüest & Partner**

• Fig 4.11 / p.95/ Exemple: les mesures d'isolation acoustique prises sur un bâtiment

- Précisions relatives aux mesures de construction qui ne peuvent être considérées comme des mesures de protection acoustique déployant leurs effets **"sur le chemin de propagation"** mais plutôt comme des mesures **"d'isolation acoustique du bâtiment"**



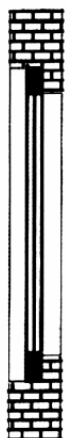
|||| Généralement, on recherche une intervention "simple" .. Mais!



- Et l'on pense immédiatement à l'amélioration de l'isolation acoustique de la façade (fenêtres performantes et aspect "fermé").

|||| L'OPB et ses conséquences sur les bâtiments et l'habitat **Wüest & Partner**

• Fig 4.11 / p.95/ Exemple: les mesures d'isolation acoustique prises sur un bâtiment



Fenêtres antibruit

Effet:

Les fenêtres antibruit sont posées là où toute autre mesure est impossible à réaliser. Les exigences requises pour l'isolation acoustique se trouvent dans les annexes de l'OPB.

L'isolation acoustique des bâtiments telle qu'elle est définie à l'art. 32 de l'OPB – pose de fenêtres insonorisées, p.ex. – ne constitue pas une mesure au sens de l'art. 31, 1er al. Pour satisfaire à ces dispositions, il ne suffit pas, en effet, d'équiper les locaux à usage sensible au bruit de fenêtres à vitrage fixe et de les aérer artificiellement.

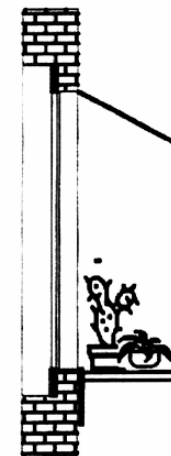
|||| L'OPB et ses conséquences sur les bâtiments et l'habitat **Wüest & Partner**

• Fig 4.11 / p.95/ Exemple: les mesures d'isolation acoustique prises sur un bâtiment

Encorbellement vitré à jardinière

Effet:

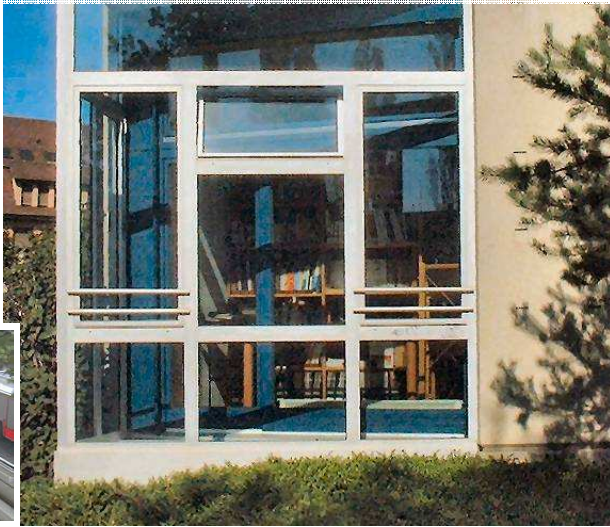
Cette mesure convient surtout aux fenêtres isolées. Selon l'emplacement, ces encorbellements à jardinière réduisent le niveau du bruit dans les locaux concernés de 3 à 8 dB(A).



■■■■ L'OPB et ses conséquences sur les bâtiments et l'habitat Wüest & Partner

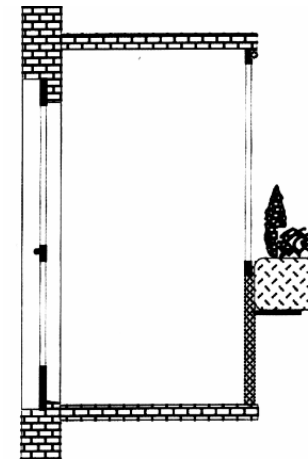
- Fig 4.11 / p.95/
Exemple: les mesures d'isolation acoustique prises sur un bâtiment

- illustrations



■■■■ L'OPB et ses conséquences sur les bâtiments et l'habitat Wüest & Partner

- Fig 4.11 / p.95/ Exemple: les mesures d'isolation acoustique prises sur un bâtiment



Balcons vitrés

Effet:

Les balcons entièrement vitrés et aux parapets compacts réduisent l'exposition au bruit de 7 à 12 dB(A) pour les locaux sensibles au bruit placés à l'arrière.

■■■■ L'OPB et ses conséquences sur les bâtiments et l'habitat Wüest & Partner

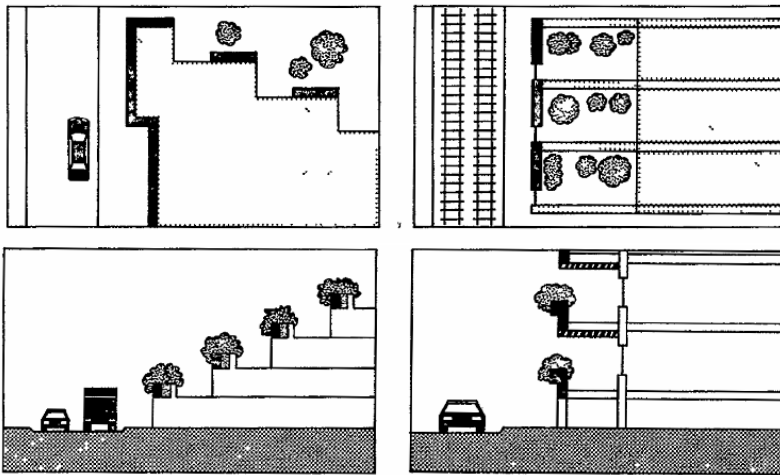
- Fig 4.11 / p.95/
Exemple: les mesures d'isolation acoustique prises sur un bâtiment



■■■■ Cas générant peu d'effet lors de l'aération nécessaire

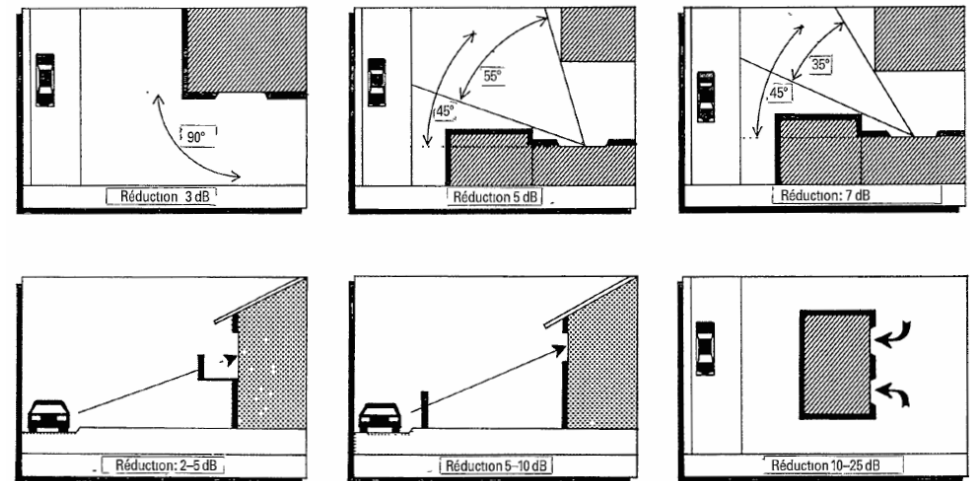
- L'efficacité acoustique doit être réelle avec une aération suffisante au bien être des personnes y compris en situations estivales

Autres possibilités envisagées, publications OFEFP (1988)



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

Réduire l'angle d'exposition au bruit (publications OFEFP - 1988)



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010



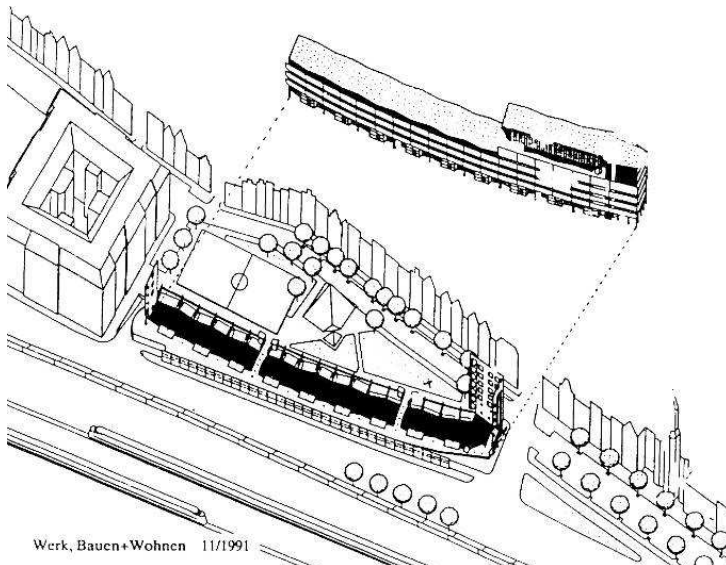
Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

1991 "Droogbak" (95 logements) Amsterdam. (Arch. R. Uytenga)

- Situation urbaine (à environ 500m de la gare centrale)
- 2 types d'écrans
 - 1 conventionnel (effet au rez, utilisation des espaces extérieurs)
 - 2 en bout de coursives (réduire les contraintes typologiques et/ou techniques)

Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

■■■■ Situation au centre d'Amsterdam

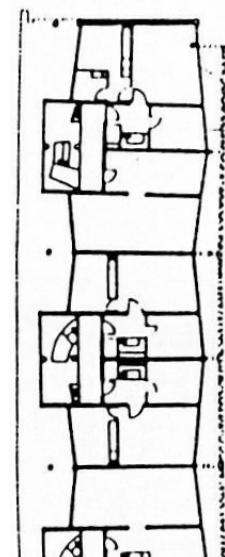


Werk, Bauen+Wohnen 11/1991

Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010



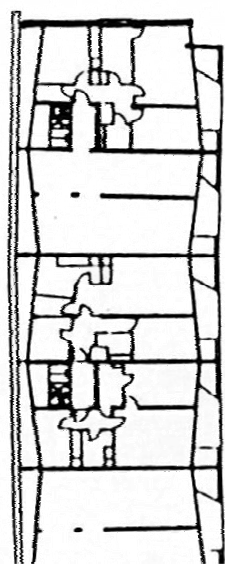
■■■■ Vue de l'écran "bas" (Rez et 1^{er})



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010



■■■■ Vue des coursives 5+6 (≈2+3+4)



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

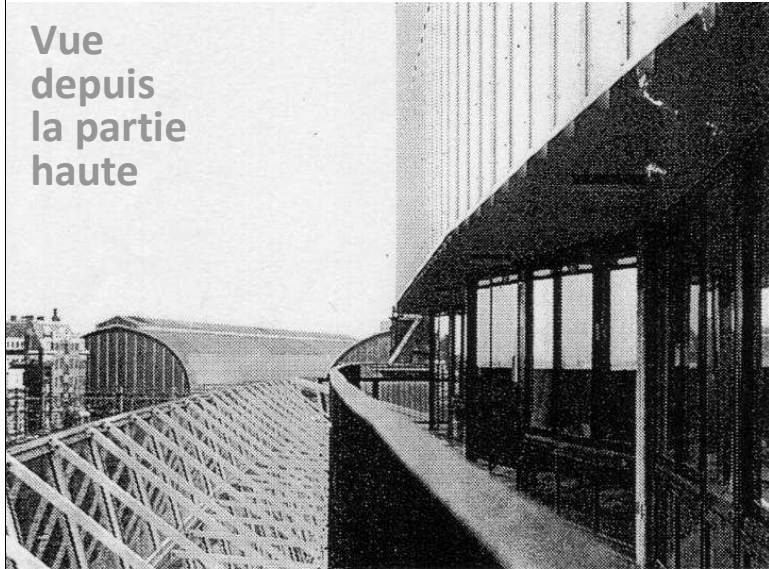


■■■■ Vues des écrans

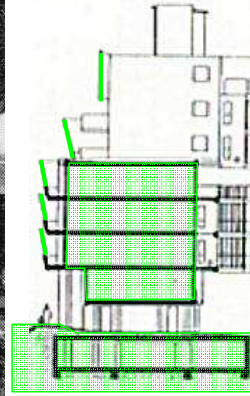


■■■■ Vue de la coursive au 6^{ème}

Vue depuis la partie haute



Coupe sur la partie basse



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010



Un immeuble "très urbain"

Intéressant aussi bien en ce qui concerne l'aération naturelle que la protection acoustique & +

Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

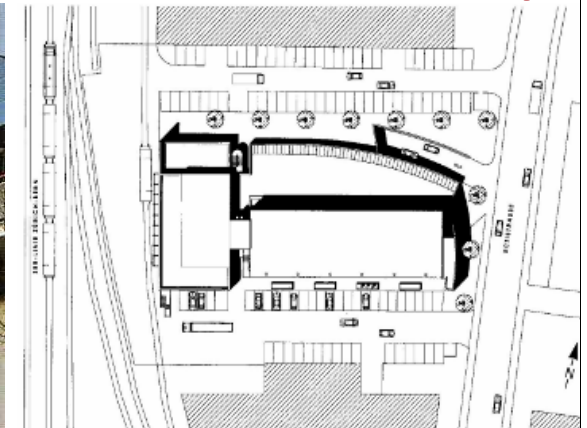
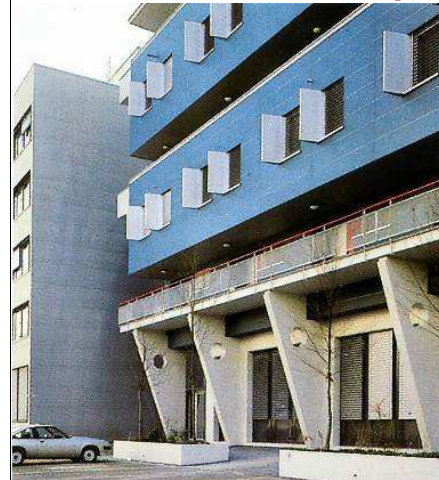
■■■■ Immeuble à Schlieren

(Mémoire ASPAN n°69)



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

■■■■ Immeuble d'habitation et de commerce 20+22 Rütistrasse Schlieren (Mémoire ASPAN n°69)



• Situation

Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010

Éléments proches du récepteur fixés sur le bâtiment (Bouchet GE)



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010



Éléments proches du récepteur fixés sur le bâtiment



Formation « Assainissement du bruit routier » – 6 au 10 septembre 2010



Éléments proches du récepteur fixés sur le bâtiment (aération possible)

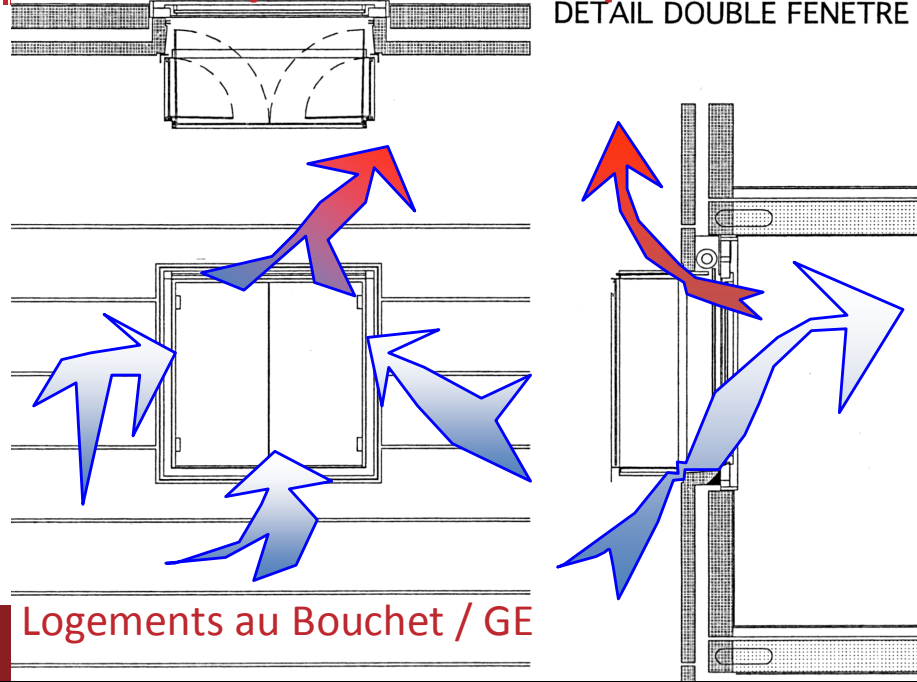


1

2



Éléments proches du récepteur



AUTORISATION DE CONSTRUIRE NORMES SIA

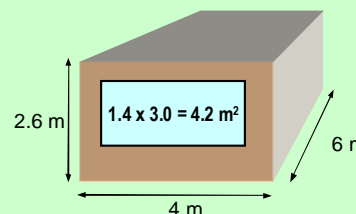
- La situation actuelle conduit très souvent à solliciter une dérogation (besoin de logements prépondérant).

PROTECTION PHONIQUE

(selon art. 34 de l'ordonnance sur la protection contre le bruit)

- Les valeurs limites sont-elles respectées? : oui non
- Si NON :
- Degré de sensibilité : (DS) _____
- Niveau de bruit selon le cadastre du bruit : (DB) _____
- Quelles sont les mesures de protection adoptées ?

Isolation au bruit aérien Exemple de dimensionnement



Paroi extérieure:
 $R'_w = 52 \text{ dB}$, $C_{tr} = -3 \text{ dB}$

Détermination de la qualité acoustique nécessaire pour la fenêtre

Exposition au bruit routier

$L_{r, \text{jour}} = 65 \text{ dB}$

$L_{r, \text{nuit}} = 59 \text{ dB}$

Sia181 2006 :

Façade d'un local d'habitation

→ exigences minimales (chiffre 2.2.2)

→ $D_e \geq ? \text{ dB}$ (façade)

→ $R'_w \geq ? \text{ dB}$ (fenêtre)

Exposition au bruit routier / OPB

$L_{r, \text{jour}} = 65 \text{ dB}$ ($L_r > 60$) → $D_e \geq 65 - 33 \text{ dB} \geq 32 \text{ dB jour}$
 $L_{r, \text{nuit}} = 59 \text{ dB}$ ($L_r > 52$) → $D_e \geq 59 - 25 \text{ dB} \geq 34 \text{ dB nuit}$

Tableau 3 Exigences minimales pour la protection contre le bruit aérien extérieur D_e

Degré de nuisance	Nuisances dues au bruit extérieur			
	faible à modéré		important à très fort	
Situation du récepteur	à l'écart de voies de communication, pas d'exploitations gênantes		dans le domaine de voies de communication ou d'exploitations gênantes	
Période d'évaluation	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Niveau d'évaluation dB(A)	$L_r \leq 60$	$L_r \leq 52$	$L_r > 60$	$L_r > 52$
Sensibilité au bruit	Valeurs d'exigences D_e			
faible	22 dB	22 dB	$L_r - 38 \text{ dB}$	$L_r - 30 \text{ dB}$
moyenne	27 dB	27 dB	$L_r - 33 \text{ dB}$	$L_r - 25 \text{ dB}$
élevée	32 dB	32 dB	$L_r - 28 \text{ dB}$	$L_r - 20 \text{ dB}$

Correction janvier 2007

Isolation au bruit aérien Exemple de dimensionnement

1^{ère} étape

Détermination de l'isolation acoustique nécessaire pour la fenêtre:

Aire de la façade $S_{res} = 4 \times 2.6 = 10.4 \text{ m}^2$

Paroi extérieure $S_1 = 10.4 - 4.2 = 6.2 \text{ m}^2$

$R'_w + C_{tr} = 52 - 3 = 49 \text{ dB}$

Aire de la fenêtre $S_2 = 4.2 \text{ m}^2$

Correction volume $C_v = 0 \text{ dB}$ chiffre 2.4

avec $V = 6 \times 4 \times 2.6 = 62.4 \text{ m}^3$

Marge de projet $K_p = 2 \text{ dB}$ (projet)

Isolation au bruit aérien Exemple de dimensionnement

$$D_{nT,w} + C_{tr} - CV - K_p \geq D_e \text{ [dB]}$$

$$D_{nT,w} + C_{tr} - 0 - 2 \geq 34 \text{ dB}$$

Avec

$$D_{nT,w} + C_{tr} = (R'_w + C_{tr})_{res} + \Delta L_{LS} \text{ (chiffre E.2.1.2)}$$

Et

$$\Delta L_{LS} = 10 \lg (V/S) - 4.9 =$$

$$10 \lg (62.4/10.4) - 4.9 = 2.9 \text{ dB}$$

$$\rightarrow (R'_w + C_{tr})_{res} + 2.9 - 2 \geq 34 \text{ dB}$$

$$\rightarrow (R'_w + C_{tr})_{res} \geq 34 - 2.9 + 2 = 33.1 \text{ dB}$$

Isolation au bruit aérien Exemple de dimensionnement

$$\rightarrow (R'_w + C_{tr})_{res} \geq 34 - 2.9 + 2 = 33.1 \text{ dB}$$

Pour la fenêtre (verre -2dB)

$$(R'_w + C_{tr})_2 = -10 \lg \left(\frac{S_{res} \cdot 10^{-\frac{(Rw+C_{tr})_{res}}{10}} - S_1 \cdot 10^{-\frac{(Rw+C_{tr})_1}{10}}}{S_2} \right)$$

$$-10 \lg \left(\frac{10.4 \cdot 10^{-3.31} - 10.2 \cdot 10^{-4.9}}{4.2} \right)$$

$$(R'_w + C_{tr})_2 \geq 29.3 \text{ dB}$$

Isolation au bruit aérien Exemple de dimensionnement

2^{ème} étape

Détermination de la qualité de fenêtre

Exigence $(R'_w + C_{tr})_2 \geq 30 \text{ dB}$

prescription dans les soumissions

$(R'_w + C_{tr}) \geq 32 \text{ dB}$ mesuré *in situ*, incluant les transmissions indirectes ($32 - K_p = 32 - 2$)

→ **Choix: fenêtre / verre ?**

Isolation au bruit aérien Exemple de dimensionnement

Fenêtre (triplex):

Verre $R_w (C, C_{tr}) = 33 (-2, -6) \text{ dB}$

→ Fenêtre $(R_w + C_{tr})$ estimation -2 dB

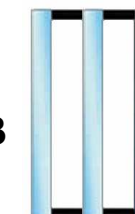
$R_w (C, C_{tr}) = 31 (-2, -6) \text{ dB}$

Soit pour la fenêtre $R_w, C_{tr} = 25 \text{ dB}$

manque 7dB

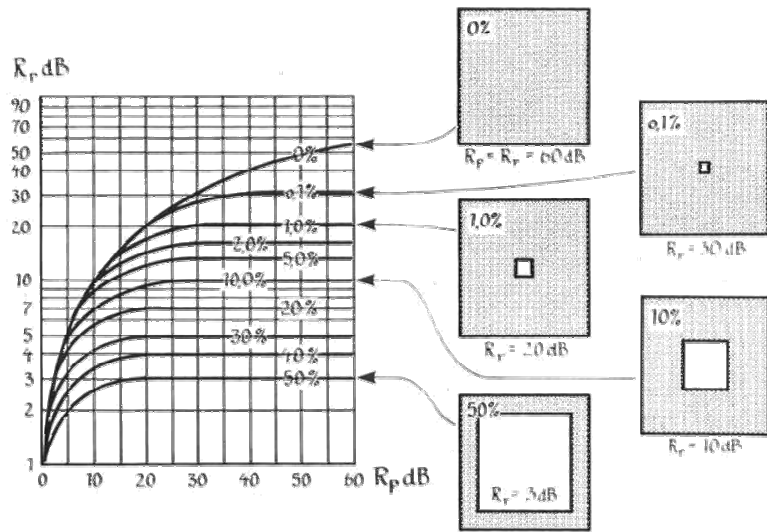
Pour l'objectif $(R'_w + C_{tr}) \geq 32 \text{ dB}$

3 verres
4 +12Ar + 4 +12Ar + 4mm
 $R_w = 33 (-2, -6) \text{ dB}$

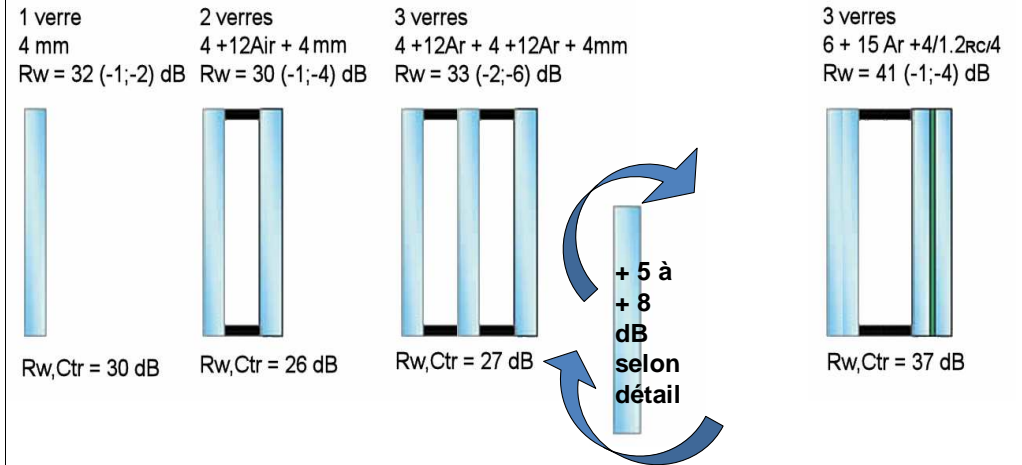


$R_w, C_{tr} = 27 \text{ dB}$

Cas particulier: ouvrage non étanche (par exemple: écran proche)



Isolation au bruit aérien Exemple de dimensionnement



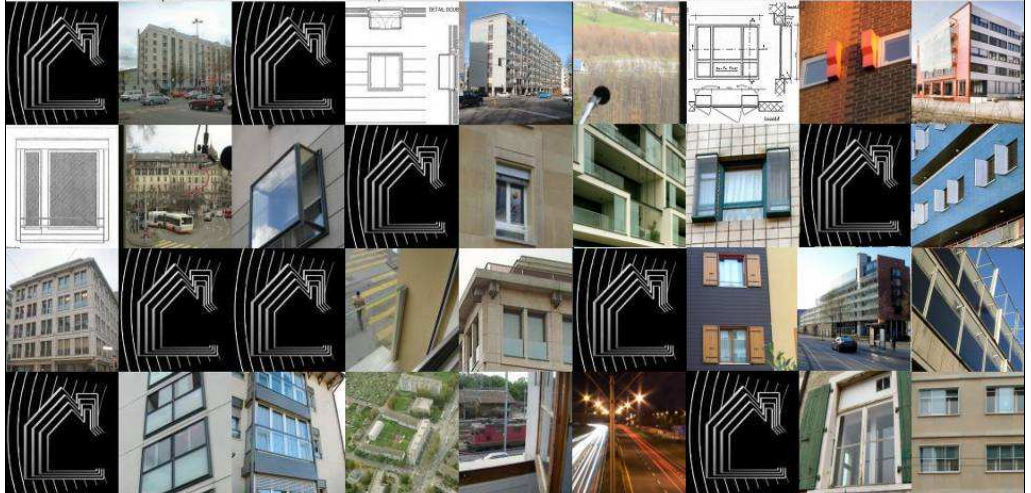
Merci pour votre attention

- Robert Beffa
– Architecte EAUG / SIA
– Acousticien SSA-SGA / SFA
- Chargé d'enseignement
robert.beffa@hesge.ch
- Associé au bureau
contact@acouconsult.ch
internet: www.acouconsult.ch



Du même problème... il peut naître une grande diversité

AcouConsult sarl (R. Beffa & Collaborateurs)



Des questions ?