

REDUCTION DU BRUIT D'UNE ALIMENTATION DE 6,4 kA/60 V

B. Godenzi

Pour alimenter des aimants supraconducteurs le CERN a fait construire deux alimentations de 6,4 kA/60 V (Figure 1).

La caractéristique de ces alimentations consiste dans la mise en parallèle de quatre redresseurs triphasés à l'aide d'une bobine unique avec quatre enroulements séparés et noyau de fer commun. Cette bobine sert aussi comme "self" de filtrage pour éliminer l'ondulation de la tension de sortie. A cause de ce filtrage les quatre courants dans les enroulements ne sont pas identiques mais contiennent une composante alternative. Cette composante alternative du courant produit un flux alternatif qui doit passer dans un noyau en forme de croix qui est inséré dans la bobine. (Figure 2).

A la mise en service il s'est avéré que les alimentations produisaient du bruit dépassant les normes admises pour être installées dans un atelier (indice N70 selon les critères ISO).

Une des alimentations, utilisée pour des tests d'aimants, est précisément installée dans un atelier et des mesures de réduction du bruit ont dû être entreprises.

./..

1. SOURCES DU BRUIT

- Ventilateurs

Pour que le niveau de bruit soit limité, déjà à la construction il a été prévu de refroidir les thyristors à l'eau. Les circuits magnétiques sont à refroidissement par convection naturelle. Deux ventilateurs peu bruyants ont tout de même dû être installés pour éviter l'accumulation d'air chaud dans des poches avec une mauvaise circulation d'air par convection. Ces ventilateurs produisent un bruit qui est encore acceptable.

- Transformateurs

Le constructeur a une bonne connaissance dans la construction des transformateurs pour redresseur et le bruit produit par ceux-ci est encore acceptable bien qu'à plein courant il soit à la limite de la courbe N70.

- "Self" de filtrage

La "self" de filtrage, de par sa construction très haute et ses propriétés magnétiques est l'élément le plus bruyant de l'alimentation.

Le bruit provient du fort flux alternatif dans les entrefers. Cette variation de flux produit des variations de la force d'attraction de l'ordre de plusieurs tonnes à la fréquence de ce flux variable. Nous avons la composante fondamentale à 150 Hz. Les multiples de cette fréquence sont aussi présents.

- Transfo d'impulsions, barres et autres éléments.

Les transformateurs d'impulsion produisent un bruit caractéristique mais pas gênant. Les barres de courant transmettent les vibrations à la charpente métallique de l'alimentation et l'ensemble de l'alimentation devient une source de bruit.

2. MESURES ENTREPRISE POUR REDUIRE LE BRUIT

L'élément qui produit le plus de bruit est la "self" de filtrage. Nous avons essayé de la rendre moins bruyante. A cet effet nous avons exécuté divers travaux :

- meilleur serrage des entrefers et calage des enroulements;
- collage à l'araldite des entrefers latéraux du circuit magnétique en croix (les seuls facilement accessibles sans démontage de la bobine);
- adjonction d'une feuille de mylar dans les entrefers extérieurs de la travée supérieure de la "self", pour que l'effort de serrage porte plus sur les noyaux externes avec les entrefers distribués que sur la colonne du milieu. (Proposition du constructeur de la bobine).

Tous ces efforts n'ont pas apporté les résultats escomptés (voir figure 3).

Une imprégnation sous vide de toute la bobine aurait peut-être pu être efficace. Devant le prix de cette intervention et n'ayant pas de garantie de l'efficacité de cette intervention par la maison effectuant ce travail, nous avons pris des mesures pour isoler la source de bruit et en éviter la propagation.

- la "self" a été montée sur des amortisseurs; (voir annexe)
- les raccordements de la bobine aux barres de courants ont été exécutés avec des connexions en cuivre tressé souple. (L'exécution de ces connexions a été réalisée au CERN par soudure au faisceau d'électrons.)
- les parois de l'alimentation ont été insonorisées en collant une couche de fibre de verre absorbant le bruit. (Voir annexe)

3. RESULTATS

Le montage de la "self" empêche la transmission des vibrations aux structures métalliques de la charpente et l'alimentation n'est plus une caisse de résonance. L'insonorisation des parois est efficace même si l'épaisseur de la couche n'est que de 15 mm.

Le bruit est maintenant émis principalement par le haut de l'alimentation qui est resté ouvert pour permettre la ventilation. Le bruit est réfléchi par le plafond et perturbe l'endroit de travail. Une amélioration possible consiste à bloquer les ouvertures entre le haut de l'alimentation et le plafond vers le lieu de travail et à couvrir le plafond avec une couche de fibre de verre absorbant le bruit.

Dans l'ensemble on voit dans la Figure 4 qu'à partir de 250 Hz les mesures entreprises ont apporté une amélioration de 5 dB à 10 dB et que la courbe du bruit pour l'alimentation se situe autour de N60, hormis pour les fréquences centrées sur 250 Hz et 500 Hz où on se situe sur la courbe N65.

4. CONCLUSIONS

Dans le cas où une alimentation doit être installée dans un endroit où du personnel doit travailler en permanence, il faut concevoir l'alimentation de façon à réduire au maximum toutes sources de bruit possibles.

Une solution à refroidissement à eau s'impose. Dans le cas de fortes puissances, même les éléments magnétiques devront être refroidis à eau; un refroidissement par convection naturelle n'est plus possible et les ventilateurs nécessaires à l'extraction de l'air augmentent le bruit de fond de façon appréciable.

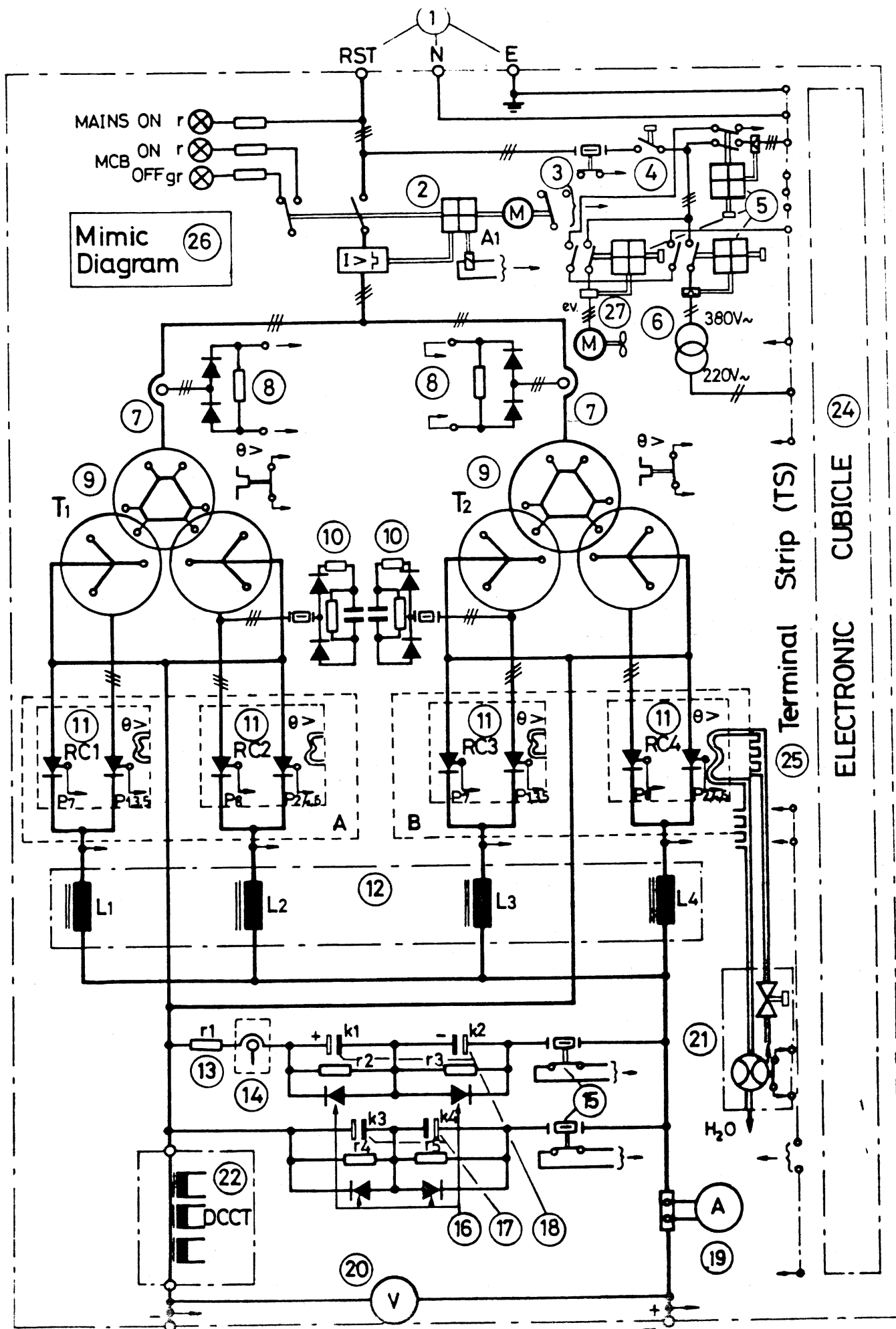
Dans le cas de fort courant une mise en parallèle des différents redresseurs par bobine d'interphase est préférable à la solution retenue dans le cas présent. La construction de cette bobine doit être très soignée.

Dans le cas de fortes puissances (quelques centaines de kW) le bruit produit par la commutation du courant devient rapidement assez important et il est difficile de prévoir une construction qui engendre peu de bruit. Dans ces cas, il est préférable d'installer l'alimentation dans un local à part ou de construire une cage anti-bruit autour de l'alimentation. Cette dernière solution est plus simple d'exécution que d'insonoriser chaque élément de l'alimentation.

Distribution : (ouverte)

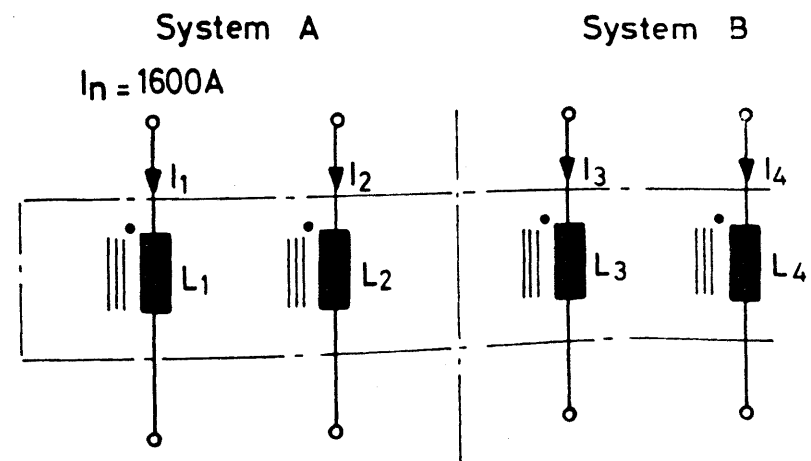
Groupe ED

A. Asner, M. Battiaz, D. Hagedorn, D. Leroy



POWER SUPPLY 6,4kA 60V
for Super Conducting Magnet

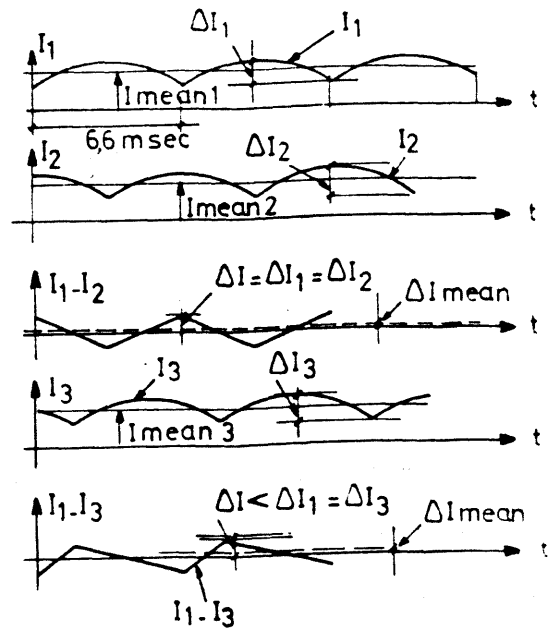
Schematic Diagram Fig.1



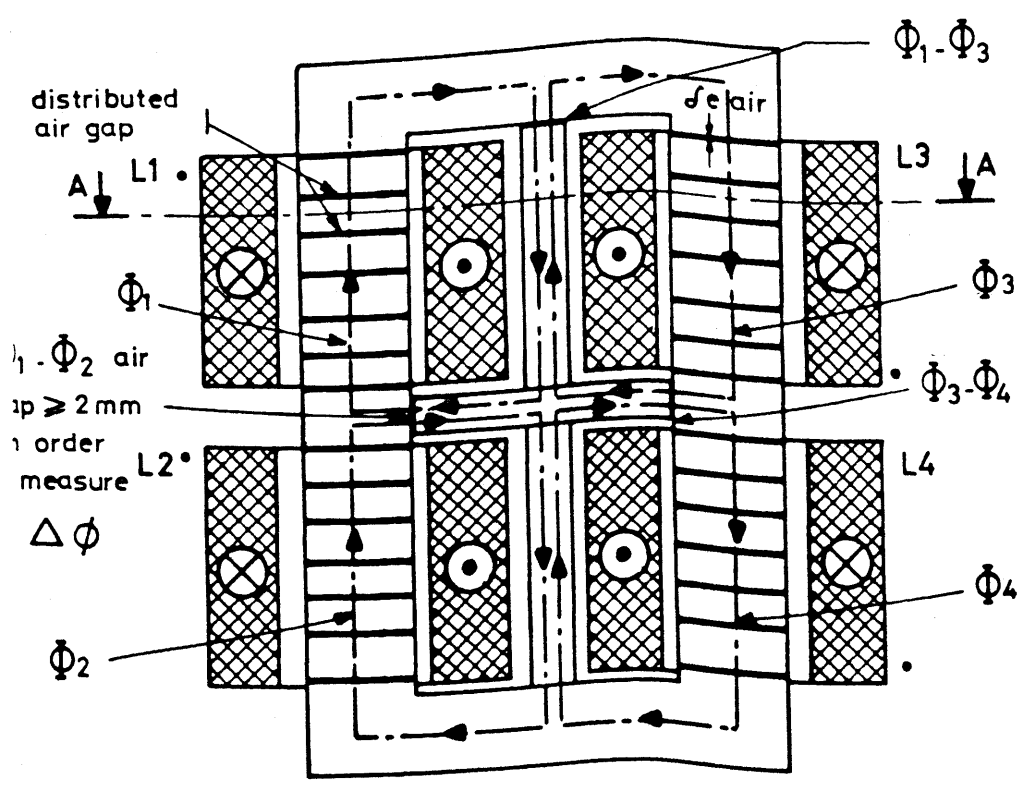
$$L_{1,2,3,4} = \sim \mu_0 \cdot n^2 A F_e / \sum s_e \text{ air of one circuit}$$

$$\sum s_e \text{ air} = \mu_0 \cdot n \cdot \hat{I} / B_{\max}$$

$$\hat{I} = 1,1 I_n$$



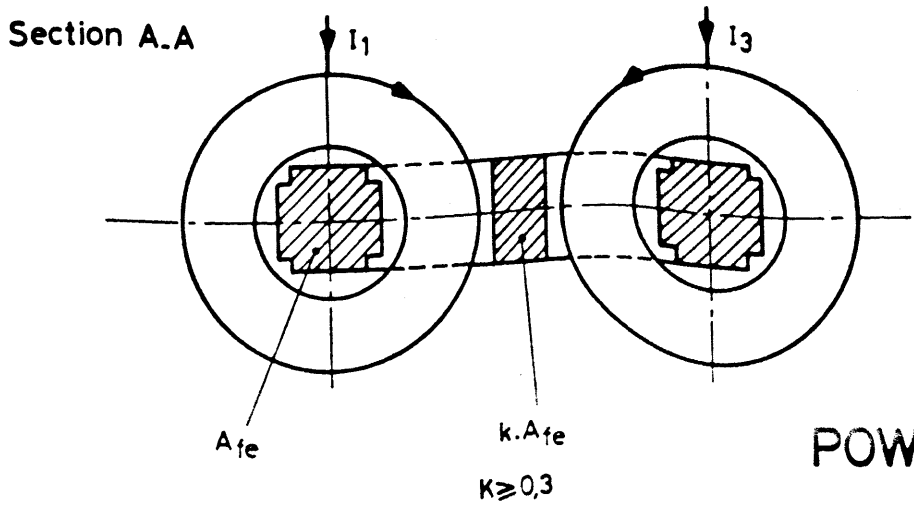
Frequency of alternating flux 150 Hz



$\Phi_1 - \Phi_3$ air gap $\geq 2\text{mm}$ to be provided for Hall Plate in order to measure $\Delta \phi$

$\Phi_3 - \Phi_4$ air gap $\geq 2\text{mm}$ to be provided for Hall Plate in order to measure $\Delta \phi$

$$L_{1,2,3,4} = 0,4 \text{ mH}$$



$$\Delta I_{AC} = \frac{\int u dt}{L}$$

$$\Delta I_{AC} \text{ peak to peak}_{\max} = \sim \frac{U_{sec} \cdot \sqrt{2} \cdot 33 \text{ msec}}{\sqrt{2} L}$$

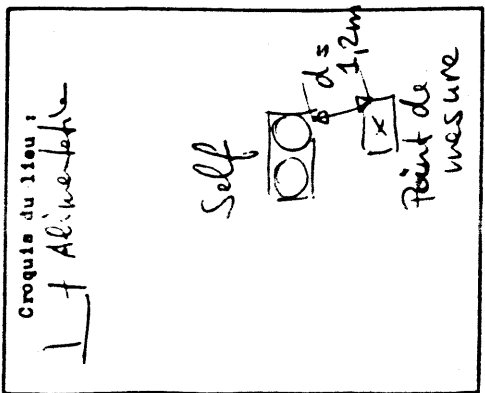
$$= 320 \text{ A} = 0,2 I_n$$

$$\Delta I_{\text{mean}} = \sim 0,1 \cdot I_n$$

$$\Delta \phi_{\max} \leq 0,3 \Phi$$

POWER SUPPLY 6,4 KA. 60V
FOR SUPERCONDUCTING MAGNET
FILTER CHOKE Fig. 2

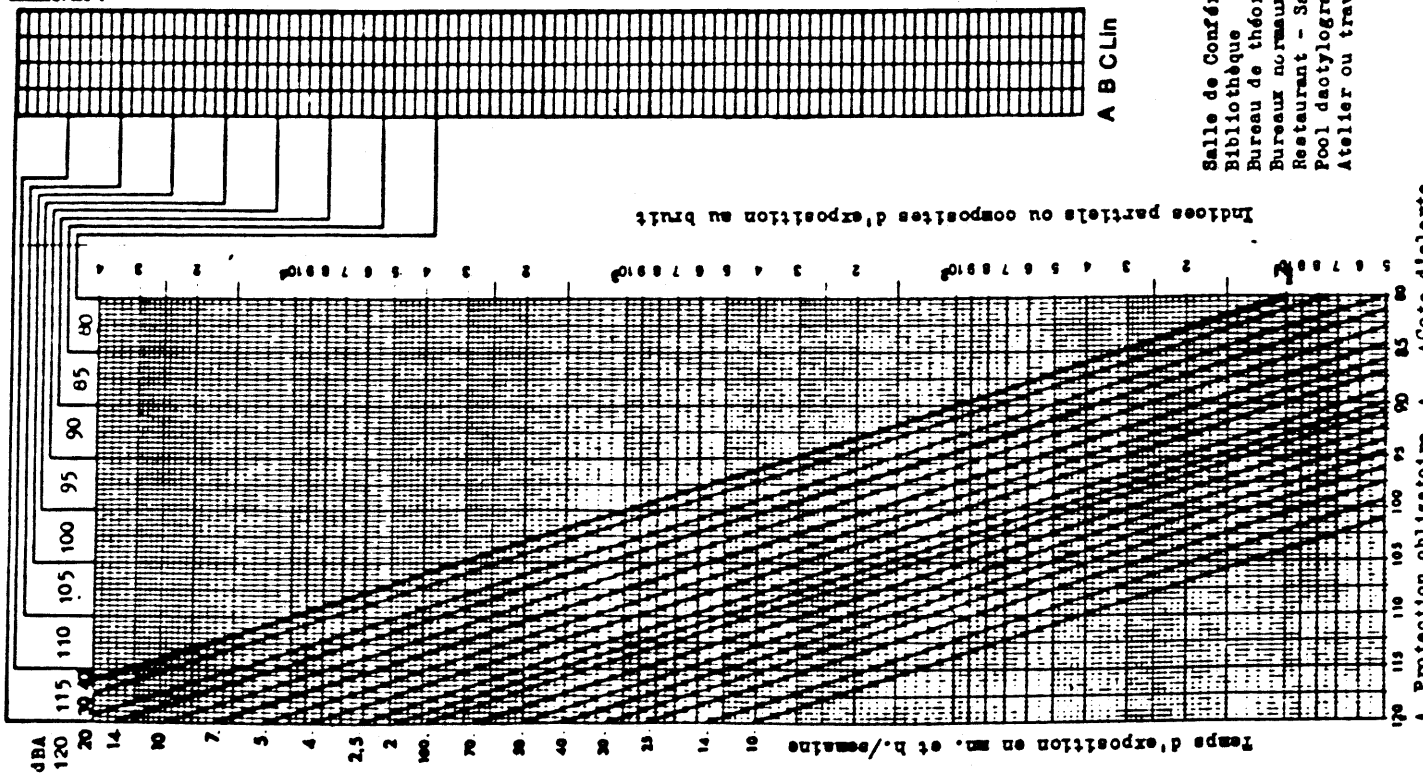
Date : 16.4.80
 Lieu : SPS Bloc 4
 Point de mesure : _____
 Caractère du bruit : _____
 Temps d'exposition : _____
 Indice N : _____
 Niveau acoustique continu équivalent : _____



Remarques :

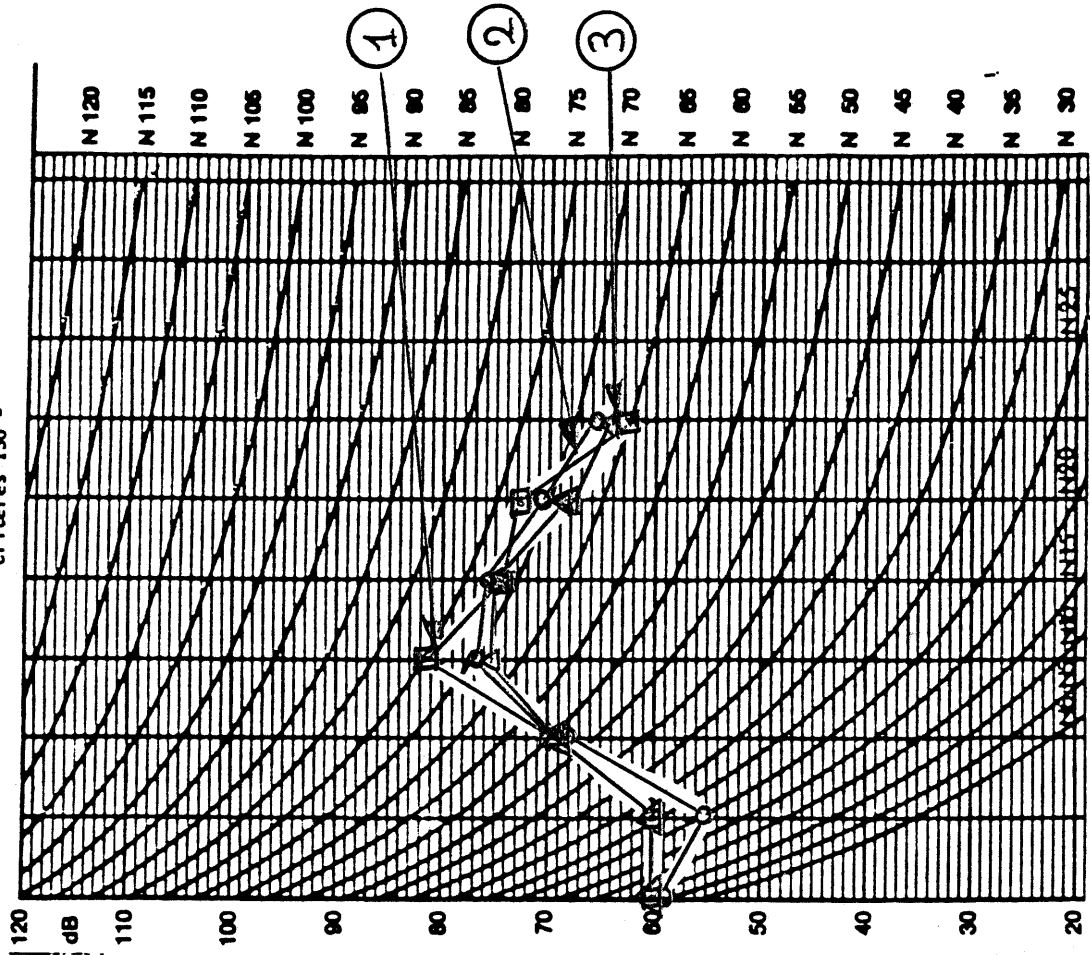
- ① □ avant le serrage
- ② ○ après serrage
- ③ ▲ état final de la self

ESTIMATION DU TRAUMATISME SONORE - Critères ISO -



Niveau acoustique continu équivalent en dBA
 Dose d'exposition
 Protection obligatoire } Cote d'alerte

ESTIMATION DE LA NOCIVITE DU BRUIT - Critères ISO -



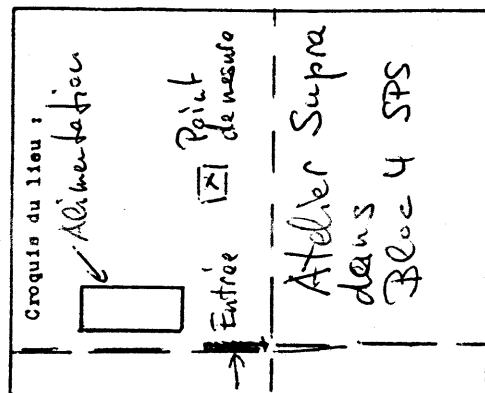
Corrections

- Son pur très audible - 5
- Bruit impulsif, durée irrégulière ou aperiodique - 5
- Entre 100 et 50% du temps de travail (8h./j.) 0
- Entre 56 et 100% + 5
- Entre 18 et 6% + 10
- Entre 6 et 1,8% + 15
- Entre 1,8 et 0,6% + 20
- Entre 0,6 et 0,2% + 25
- Moins de 0,2% + 30

N maximal admissible

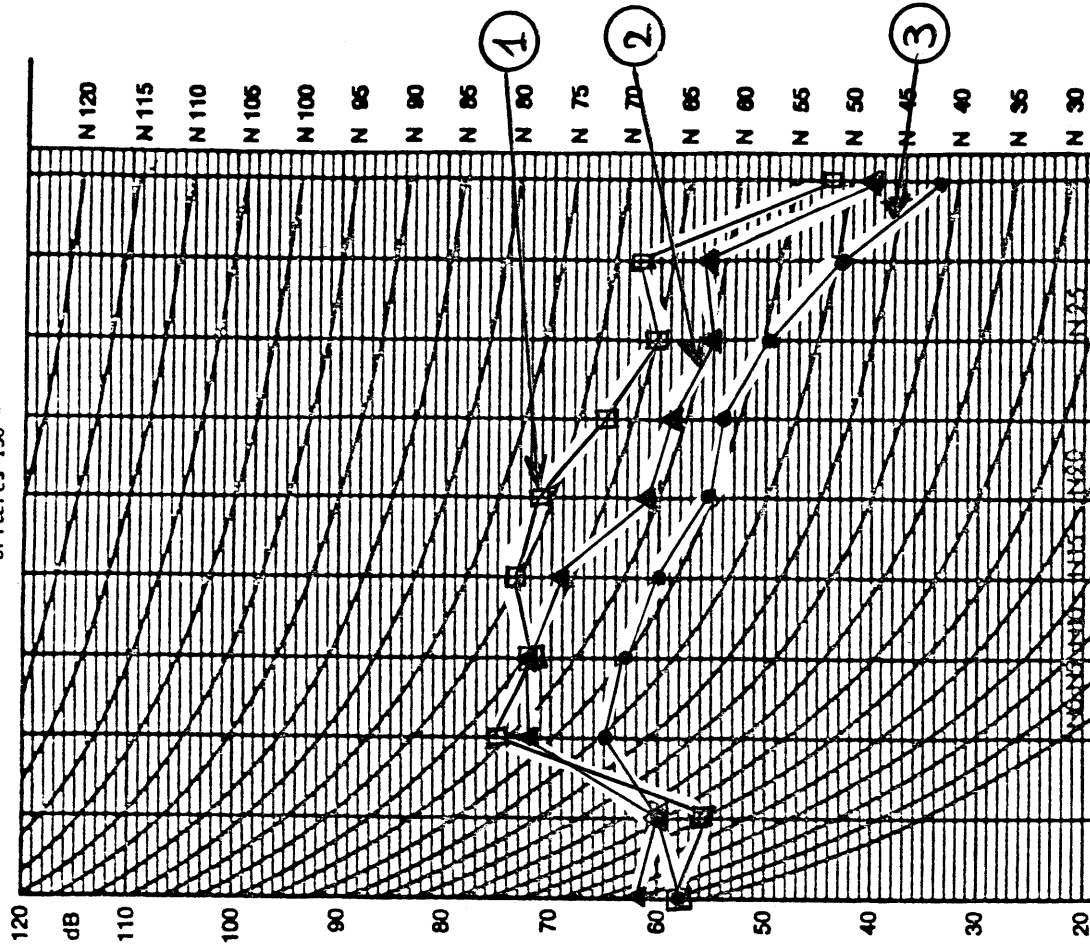
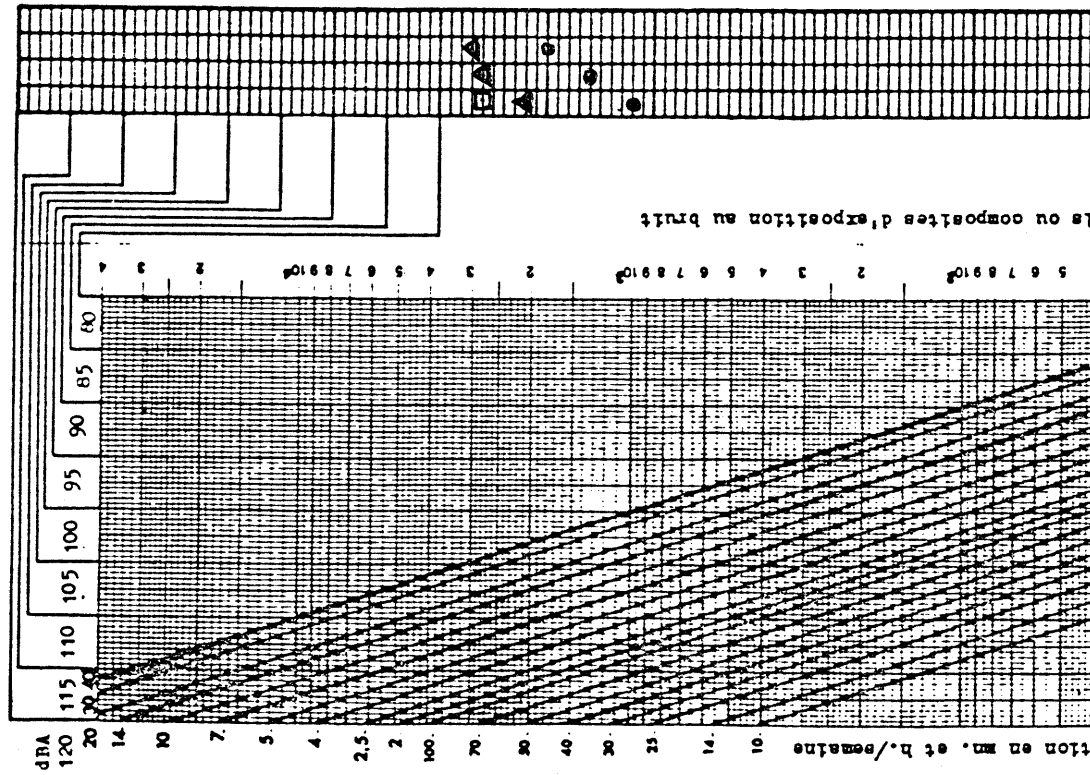
- Salle de Conférences } ou travail intellectuel
- Bibliothèque } demandant forte concentration
- Bureau de théorie } tration
- Bureau normaux ou travail intellectuel normal 40
- Restaurant - Salle de détente 45
- Pool dactylographique - Performances - Télétype 60
- Atelier ou travail manuel 70

Date : 13. mars 1980
 Lieu : SPS Bloc 4
 Point de mesure :
 Caractère du bruit :
 Temps d'exposition :
 Indice N
 Niveau acoustique continu équivalent :



Remarques :

- ① Mesures à 6,4kA
- ② le 13 mars 1980
- ③ le 8 août 1980
- ④ le 8 août 1980



N maximal admissible

Salle de Conférence } ou travail intellectuel
 Bibliothèque } demandant forte concentration
 Bureau de théorie }
 Bureau normal ou travail intellectuel normal
 Restaurant - Salle de détente
 Pool dactylographique - Perforatrice - Télécopie
 Atelier ou travail manuel

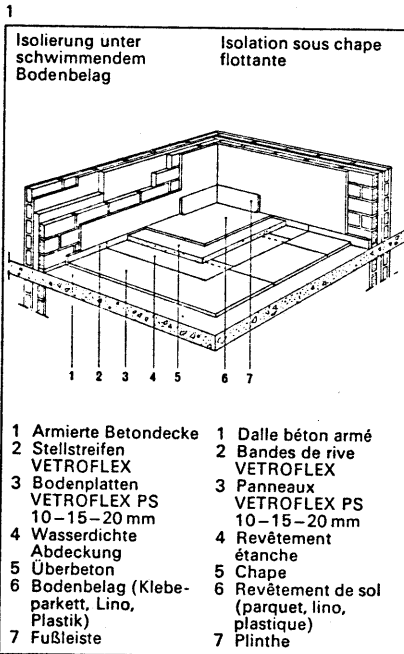
Corrections

Son pur très audible - 5
 Bruit impulsif, durée irrégulière ou aperiodique - 5
 Entre 100 et 56% du temps de travail (en./j.) 0
 Entre 56 et 18% + 5
 Entre 18 et 6% + 10
 Entre 6 et 1,8% + 15
 Entre 1,8 et 0,6% + 20
 Entre 0,6 et 0,2% + 25
 Moins de 0,2% + 30



Schalldämmung und Lärmbekämpfung

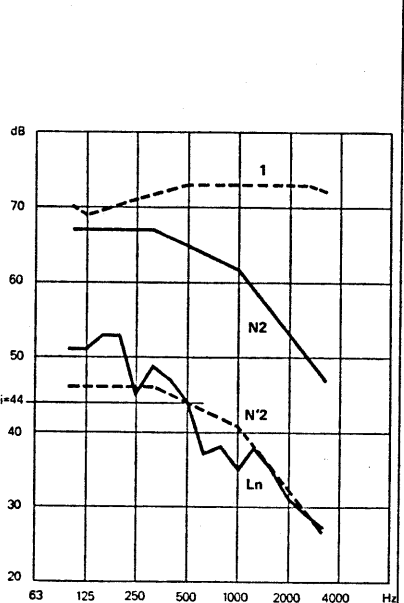
Isolation phonique et lutte contre le bruit



2

Das untenstehende Diagramm ist dem EMPA-Untersuchungsbericht Nr. 17 657 über die Trittschallisierung mit VETROFLEX-Bodenplatten PS 10 mm entnommen.

Le graphique ci-dessous est extrait du rapport LFEM N° 17657 relatif à l'isolation phonique des bruits de pas avec les panneaux sol VETROFLEX PS 10 mm.



Kurve	Meßresultate			
	li	Vli	TSM	VM
N2 ISO-Normkurve	65	17	+ 3	15
N'2 Verschobene ISO-Kurve				
1 Rohe Decke 16 cm	82	0	- 10	0
Ln Deckemitschwimmendem Überbeton 4 cm auf VETROFLEX				
P.S. 10 mm	44	38	+ 24	34
(P.S. 15 mm)	42	40	+ 27	38
(P.S. 20 mm)	41	41	+ 28	38

Die ständige Entwicklung der Mechanisierung und Motorisierung auf allen Gebieten erfordert einen immer stärkeren Schutz gegen die zunehmenden Geräusche. Es mag paradox klingen, aber die neuen Konstruktionsmethoden bieten der Ausbreitung von Geräuschen aller Art immer weniger Widerstand.

Lärm hat eine Verringerung der Arbeitsleistung, physiologische Störungen und eine Beeinträchtigung der Gesundheit zur Folge. Lärm muß mit allen Mitteln bekämpft werden.

Der Architekt muß schon bei der Ausarbeitung von Projekten diesem Übel unserer Zeit die größte Aufmerksamkeit schenken. Die nachträgliche Anbringung einer Schalldämmung ist wesentlich kostspieliger und sehr oft weniger wirksam. Wenn auch die materiellen Ergebnisse einer Schalldämmung nicht so leicht demonstrierbar sind wie z. B. einer Wärmedämmung, so ist die Lärmbekämpfung weder weniger wichtig noch weniger wirtschaftlich.

Schalldämmung, Schallabsorption, Raumakustik

Es bestehen 3 verschiedene Probleme:

1. Schalldämmung:

Luft- und Trittschalldämmung in Konstruktionselementen (Zwischenwänden, Decken, Böden), Ausschaltung von Schallbrücken durch konstruktive Dispositionen usw.

2. Schallabsorption:

Maximale Absorption als Lärmbekämpfung in Büro und Werkstatt, zur Verbesserung der Arbeits- und Leistungsverhältnisse.

3. Raumakustik:

Verbesserung der akustischen Verhältnisse, durch Einbau von Absorptionsflächen nach wissenschaftlichen Grundlagen (Theater, Konzertsäle, Auditorien, Kirchen, Kinos, Radio- und Fernsehstudios).

Schalldämmung von Mauern und Zwischenwänden

Um den Schalldurchgang bei leichten Zwischenwänden und Mauern zu reduzieren oder zu unterbinden, ermöglichen die mehrschaligen Konstruktionen mit dazwischen eingesetzten

VETROFLEX-Isolierplatten (PB, PS)

Courbe	Résultats des mesures			
	li	Vli	TSM	VM
N2 Courbe de référence ISO	65	17	+ 3	15
N'2 Courbe ISO déplacée				
1 Dalle brute 16 cm	82	0	- 10	0
Ln Dalle avec chape flottante 4 cm sur VETROFLEX				
P.S. 10 mm	44	38	+ 24	34
(P.S. 15 mm)	42	40	+ 27	38
(P.S. 20 mm)	41	41	+ 28	38

Le développement incessant de la mécanisation et de la motorisation dans tous les domaines exige une protection toujours accrue contre l'intensification des bruits. Or, fait paradoxal et alarmant, les nouvelles méthodes de construction offrent une résistance toujours plus faible à la propagation des bruits de tous genres.

Le bruit diminue la capacité du travail, engendre des troubles physiologiques et finalement influence d'une manière néfaste la santé; il est donc indispensable de le combattre par tous les moyens.

Par conséquent, il est essentiel que dans ses projets l'architecte apporte la plus grande attention à ce problème, la réalisation ultérieure d'une isolation phonique étant coûteuse et souvent d'une efficacité assez restreinte.

Bien que les résultats économiques d'une isolation phonique soient plus difficiles à démontrer que ceux d'une isolation thermique, on accordera une importance pour le moins égale à ce problème de la lutte contre le bruit.

Isolation phonique, absorption du bruit, correction acoustique

Il faut distinguer 3 problèmes principaux:

1. Isolation phonique:

Contre les bruits aériens et les bruits d'impact dont les ondes sonores traversent les parois, plafonds et planchers.

2. Absorption du bruit:

Absorption maximale pour lutter contre le bruit dans les bureaux, les ateliers, améliorer les conditions de travail et la productivité.

3. Correction acoustique:

Amélioration de l'acoustique sur une base scientifique à l'aide de revêtements absorbants (théâtres, salles de concert, auditorios, églises, cinémas, studios radiophoniques et TV, etc.).

Isolation phonique des parois et cloisons

Pour réduire ou empêcher le passage des sons aériens d'une pièce à l'autre, on a recours à des cloisons isolées au moyen de *panneaux isolants VETROFLEX (PB, PS)* permettant une isolation phonique de 40 à 55 dB selon la construction. Il est nécessaire de se renseigner sur les conditions d'exécution correcte auprès du

li	Trittschallisationsindex nach ISO R 717 und SIA 131	ii	Indice d'isolation aux bruits d'impact selon ISO R 717 et SIA 131
Vli, VM	Verbesserung gegenüber der Rohdecke	Vli, VM	Amélioration par rapport à la dalle brute
TSM	Trittschallschutzmaß nach DIN 4109	TSM	Amélioration de l'isolation selon normes DIN 4109

eine Schallabschwächung von 40 bis 55 dB, je nach der Bauweise. Mit der Ausführung ist ein Fachmann zu beauftragen. Jeder direkte Leiter durch die Wand in Form von Rohrleitungen, elektrischen Leitungen, Dübeln, Bauelementen usw. ist sorgfältig zu vermeiden, desgleichen offene Durchbrüche und Schlitzte, wodurch die Isolierwirkung herabgesetzt werden könnte.

Schalldämmung von Decken

Im Gegensatz zu Mauern und Zwischenwänden, bei welchen die Isolierung speziell gegen Luftschall wirksam sein muß, ist bei der Schalldämmung von Böden und Decken dem Trittschall größere Beachtung zu schenken, ohne den Luftschall zu vernachlässigen.

Körperschall wird unterbrochen, wenn zwischen Bodenplatte oder Parkett und Tragkonstruktion ein dauerelastisches Material gelegt wird. Der so geschaffene «schwimmende Boden» darf, um jede Schallbrücke auszuschalten, weder mit der Tragkonstruktion noch mit den Wänden in direkter Berührung stehen. Nur die Glasfaserstoffe besitzen die für diesen Verwendungszweck erforderliche Elastizität. Außerdem darf diese Eigenschaft nicht mit der Zeit nachlassen, und auch nicht durch irgendwelche Erschütterungen oder Veränderungen der Belastung beeinträchtigt werden (Abb. 1 und 2).

Schallabsorption und akustische Verbesserung

Diese beiden Probleme können mit demselben Material gelöst werden, jedoch mit dem Unterschied, daß im erstgenannten Fall die höchste Absorbierung angestrebt wird, während die akustische Verbesserung eine genau abgestimmte Absorbierung, entsprechend der gewünschten Nachhaltdauer erforderlich macht. Die VETROFLEX-Deckenplatten PACO, DIAPASON und VAPO mit dekorativem Aussehen und heller Oberfläche ohne staubfangende Lochung eignen sich besonders in Gewerberäumen, Verwaltungsbauten, großen Ladenlokalen, Bowlings, Restaurants, Turn- und Sporthallen usw. (Abb. 3 und 4).

Die VETROFLEX-Deckenplatten PALU, ULAP, SHEDALU und BILI ermöglichen eine zweckmäßige und wirtschaftliche Lösung aller Isolationsprobleme in gewerblichen Räumen, bei der die Vereinigung der verschiedenen Faktoren, wie Wärmedämmung, geringes Gewicht und ansprechendes Aussehen, in einem einzigen Produkt in vorteilhafter Weise zur Geltung kommen.

Diese Deckenplatten dienen auch zur Schallabsorption.

Für alle im Bauwesen oder in der Industrie auftretenden Probleme auf dem Gebiet der Wärme- und Schalldämmung bringt ein VETROFLEX-Qualitätserzeugnis die wirtschaftlichste Lösung.

Unser technischer Dienst steht Ihnen unverbindlich zum Studium Ihrer Wärme- und Schall-Isolierprobleme, mit Auskünften über die richtige Anwendung der Produkte und technischen Berechnungen zur Verfügung.

spécialiste. On évitera soigneusement tout contact direct à travers la paroi par des passages de tuyauteries, conduites électriques, éléments de construction, etc., ainsi que tout vide subsistant au plafond ou sous le plancher qui réduiraient l'efficacité de l'isolation.

Isolation phonique des dalles

Contrairement à l'isolation phonique des parois et cloisons qui vise avant tout à supprimer la propagation des sons aériens, l'isolation phonique des sols et des dalles s'attache à la suppression des bruits d'impact, sans négliger bien sûr le passage des bruits aériens d'étage à étage.

Pour arrêter les bruits d'impact, il est indispensable de prévoir sur la dalle la construction d'un plancher ou d'une chape «flottante» reposant, sans aucun point de contact rigide, sur un matériau isolant possédant des qualités bien déterminées d'élasticité permanente que seule la laine de verre peut offrir, puisque cette élasticité ne doit ni diminuer avec le temps, ni être influencée par des vibrations ou variations de surcharge (fig. 1 et 2).

Absorption du bruit et correction acoustique

Ces deux problèmes sont résolus à l'aide des mêmes matériaux, à cette différence près que l'absorption du bruit s'astreint à être maximale alors que la correction acoustique est une absorption déterminée exactement et correspondant à une durée de réverbération voulue.

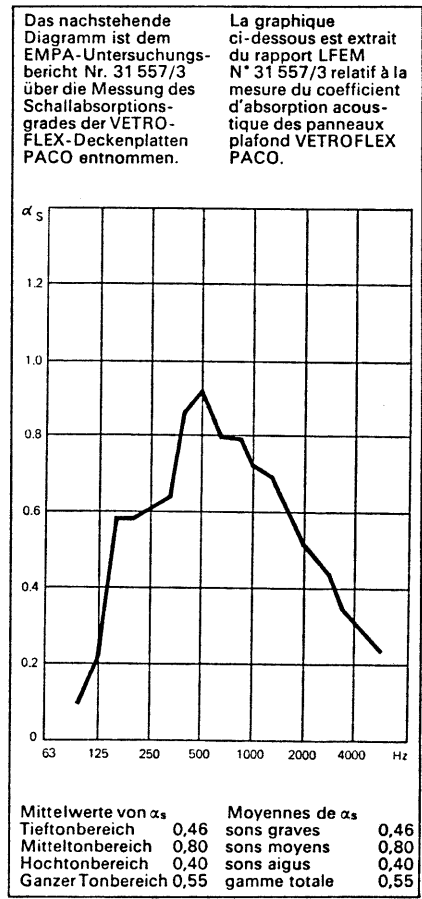
L'emploi des panneaux plafond VETROFLEX PACO, DIAPASON et VAPO, à surface décorative claire et n'absorbant pas la poussière, est particulièrement recommandé dans les bâtiments administratifs, grands magasins, bowlings, restaurants, salles de gymnastique et de sport, etc. (fig. 3 et 4).

Les panneaux plafond VETROFLEX PALU, ULAP, SHEDALU et BILI apportent la solution adéquate et économique pour résoudre tous les problèmes d'isolation dans les locaux industriels, puisqu'ils combinent plusieurs avantages, tels que légèreté, isolation thermique, face apparente décorative et luminosité.

Ils présentent également des coefficients d'absorption acoustique qui donnent une réduction appréciable du niveau sonore. Quel que soit le problème d'isolation – isolation thermique et/ou phonique – il existe toujours un produit VETROFLEX pour le résoudre.

Notre service technique étudie sans frais chaque problème d'isolation thermique ou phonique, établit les calculs techniques et donne tous les renseignements nécessaires à l'application correcte de nos produits.

FIBRIVER
chemin de Mornex 3
1001 Lausanne
Téléphone 021 20 42 01



FIBRIVER
Verkaufsbüro deutsche Schweiz
8155 Niederhasli ZH
Telefon 01 850 24 44

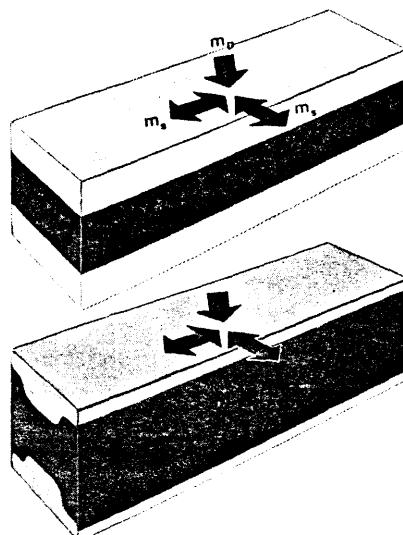
Eléments antivibratoires



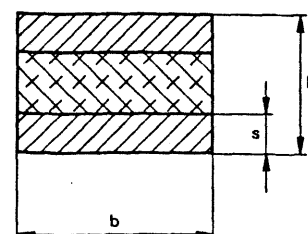
Rails

Exécutions 1 et 2, principalement pour sollicitation par pression et sollicitation moyenne par cisaillement.

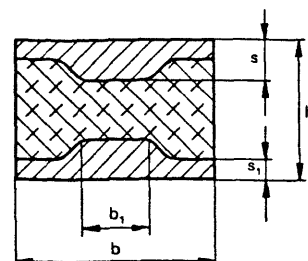
Ces rails peuvent être livrés coupés aux longueurs désirées ou en longueur d'origine de 2000 mm.



Ex. 1



Ex. 2



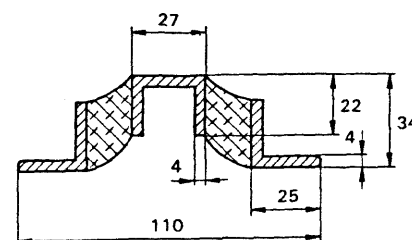
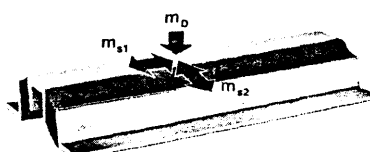
Dimensions - Indices d'élasticité

Désignation	Exécution	b mm	h mm	b ₁ mm	s mm	s ₁ mm	m _D max*	c _D * kg/mm	m _S max* kg	c _S * kg/mm	
20301	1	40	20	—	5	—	20	42	8	2,7	
25319a	1	40	35	—	10	—	20	21	8	2,1	
25319	1	40	45	—	10	—	20	8,3	8	1,3	
25081b	1	50	35	—	10	—	25	27	10	2,6	
25081b	2	50	35	17	10	5	25	14	10	1,9	
25081a	1	50	45	—	10	—	25	12	10	1,5	
25081	1	50	55	—	10	—	25	7,0	10	1,0	
25080	1	50	70	—	10	—	25	4,1	10	0,6	
25320	1	60	35	—	10	—	30	50	12	3,0	
25320	152.-/m	2	60	35	20	11	5	30	24	12	2,6
25213a	1	60	60	—	10	—	30	7,8	12	1,1	
20300	2	70	30	20	12	5	35	75	14	4,0	
25082a	1	70	45	—	10	—	35	25	14	2,3	
25082	1	70	55	—	10	—	35	13	14	1,4	
25323a	1	80	45	—	10	—	40	31	16	2,2	
25323	1	80	80	—	10	—	40	7,3	16	1,0	
20299	1	100	45	—	15	—	50	105	20	5,3	
20299	2	100	45	20	15	5	50	41	20	3,1	
25079	1	100	60	—	15	—	50	37	20	3,6	
24472a	1	100	70	—	15	—	50	19	20	1,9	
24472	1	100	80	—	15	—	50	12	20	1,5	
21422b	1	120	45	—	15	—	60	120	24	5,0	
21422a	1	120	60	—	15	—	60	50	24	3,9	
21055b	1	150	50	—	15	—	75	87	30	6,8	
21055a	1	150	60	—	15	—	75	69	30	3,5	

*Les charges indiquées correspondent à 1 cm de longueur de rail pour une dureté de 55 Shore A. Pour les autres duretés, voir table de correction page 8.

Rails forme U

Bonne stabilité latérale (tension des courroies) combinée avec une caractéristique souple dans le sens vertical. Convenant pour des sollicitations par pression et cisaillement.



Désignation	m _D max* kg	c _D * kg/mm	m _S max* kg	c _S * kg/mm	m _{S2} max* kg	c _{S2} * kg/mm
20302	8	2,7	8	6,6	8	2,7

*Les charges indiquées correspondent à 1 cm de longueur de rail pour une dureté de 55 Shore A.

Longueur max. livrable: 2000 mm.