

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE
ET DE LA GUERRE

SECRET
Exemplaire No 111
21 Mars 1938.

Section Technique du Génie.

SEMG	Section Génie
Dossier n°	5049
N° à suivre	7651-

SECRET

NOTICE RELATIVE à la LUTTE
CONTRE LE BRUIT
DANS LES OUVRAGES FORTIFIÉS

(Approuvée par Décision Ministérielle N° 3.129-2/4 S du 21 Mars 1938)



NOTICE RELATIVE à la LUTTE CONTRE LE BRUIT
DANS LES OUVRAGES FORTIFIÉS.

NOTA - Les indications contenues dans la présente notice ne sont nullement impératives. Elles doivent servir de guide aux services locaux mais sans entraîner l'exclusion à priori des dispositifs présentés par les différents fournisseurs intéressés.

6 croquis joints.

x
x x

La présente note a pour objet d'indiquer aux services locaux du Génie les méthodes susceptibles d'être employées dans les ouvrages fortifiés pour la lutte contre le bruit.

Chaque cas particulier à traiter, dépendant avant tout des circonstances locales, nécessitera une étude spéciale; il ne sera donc donné ci-dessous que des principes généraux et des descriptions de matériels d'emploi courant. Quelques cas particuliers seront enfin traités à titre d'exemple. Il sera ainsi possible aux services locaux de résoudre par eux-mêmes la plupart des problèmes rencontrés dans la pratique.

On a estimé que, dans les ouvrages de fortification, il n'y avait pas lieu de rechercher le silence complet, (ce qui demande en général des moyens coûteux), mais une atténuation des bruits telle que l'échange de communications téléphoniques ou radiotélégraphiques à faible intensité sonore soit possible sans gêne : ce résultat peut être aisément obtenu, par l'emploi des moyens relativement peu onéreux.

I) Rappel de quelques propriétés des ondes sonores. - Les ondes sonores se propagent, à peu de chose près, de la même façon que les

ondes lumineuses. Elles se réfléchissent, se réfractent, interfèrent dans les mêmes conditions. Mais, par suite de la grande longueur d'onde des sons par rapport aux dimensions des obstacles qu'ils peuvent rencontrer, les phénomènes de diffraction sont beaucoup plus prononcés : on ne rencontre pratiquement pas de "faisceaux sonores". Le son se transmet dans les divers milieux (gaz, liquides, solides) avec des vitesses variables. Lorsqu'une onde sonore atteint la surface de séparation de deux milieux homogènes, une partie est réfractée, une autre réfléchi. En particulier, si la vitesse de propagation dans les deux milieux est notablement différente, la plus grande partie est réfléchi. Ainsi les parois murales rigides non poreuses constituent pour les ondes sonores d'excellents réflecteurs.

On a démontré, et vérifié expérimentalement, que le facteur de réduction d'un son incident par une plaque rigide homogène non absorbante varie comme le carré de la masse de la plaque par unité de surface et le carré de la fréquence du son incident. (1)

Lorsqu'une onde sonore rencontre certaines surfaces poreuses, les ondes pénètrent dans les conduits capillaires, s'y réfléchissent et la plus grande partie de l'énergie se trouve dissipée sous forme de chaleur. Si l'épaisseur est suffisante, toute l'énergie de l'onde incidente peut être absorbée.

L'énergie d'une onde sonore frappant un matériau mou peut être plus ou moins absorbée. La valeur de l'absorption dépend de l'amortissement, dû aux phénomènes de viscosité, auxquels est soumise la vibration.

Enfin, il convient de rappeler que des masses importantes peuvent être mises en vibration par l'action d'ondes sonores de faible

(1) - Ceci fait abstraction des oscillations propres de la plaque, qui sont difficiles à éviter sans précautions spéciales.

amplitude (phénomène de résonance) si les périodes propres d'oscillation des masses sont en rapport simple avec les fréquences des vibrations sonores.

II - Sources de bruit dans les Ouvrages : Les bruits dans les ouvrages sont dus principalement au fonctionnement :

- Des groupes électrogènes,
- Des ventilateurs,
- De l'armement.

A ces diverses causes correspondent deux sortes d'effets :

a) Mise en vibration violente de l'air ambiant (aspiration et échappement des moteurs, tir de l'armement, fonctionnement des ventilateurs, de l'évacuation des douilles);

b) Transmission aux parois de vibrations susceptibles de produire, grâce aux phénomènes de résonance, des bruits gênants - même à grande distance (Ventilateurs, groupes électrogènes, transformateurs).

Les bruits les plus importants dans les ouvrages (blocs bétonnés ou organisations souterraines) sont ceux de la première catégorie, sans que, pour cela, ceux de la seconde puissent être négligés. Mais il est bien certain, qu'en général, par suite de la masse monolithique considérable des blocs bétonnés, soit de l'épaisseur importante de terre séparant les cellules voisines, les vibrations ainsi transmises par les parois sont rapidement amorties.

On cherchera donc, dans les ouvrages, à réaliser principalement la protection contre les bruits transmis par l'air.

Les locaux à protéger sont du reste en nombre restreint : on ne protégera du bruit le cas échéant, que certains locaux spéciaux :

- Centraux et postes téléphoniques,

Locaux de postes radiotélégraphiques,
Infirmeries,
Postes de Commandement,
Locaux de repos,
etc.....

que leur emplacement, à proximité de sources de bruits, rend difficilement utilisables.

III - Méthodes susceptibles d'être employées : Pour arriver au but que l'on se propose, trois méthodes peuvent être employées :

- 1°) Supprimer les causes de bruit;
- 2°) Confiner le bruit, en entourant la source;
- 3°) Isoler les locaux où l'on désire le silence.

La première méthode ne relève pas, en général, des services locaux; un meilleur usinage des pièces, un équilibrage soigné, l'utilisation d'engrenages spéciaux, de matériaux appropriés, peuvent apporter des améliorations. L'utilisation de silencieux d'aspiration provoquerait une grosse diminution du bruit des groupes électrogènes. Une étude est en cours à ce sujet. (1)

Les deuxième et troisième méthodes utilisent des moyens semblables : elles peuvent être employées concurremment. Elles consistent l'une et l'autre à entourer, soit la source de bruit, soit le local à protéger, d'une enveloppe aussi absorbante que possible, étant entendu que toutes les ouvertures si minimes soient-elles sont soigneusement obturées.

(1) - Les résultats obtenus jusqu'à présent sont peu satisfaisants.

Il est signalé, en outre, que le bruit peut être diminué dans un local contenant une source de bruit en recouvrant les surfaces intérieures de matériaux absorbants qui évitent les réflexions multiples des ondes sonores sur les parois. Le taux du bruit du local est ainsi diminué et de plus seul le son direct risque d'être transmis aux autres locaux. Ce procédé ne peut être pratiquement employé dans les ouvrages, les matériaux de revêtement absorbants étant trop facilement dégradés et le gain obtenu étant minime en regard du prix de revient. (1)

IV - Constitution de parois absorbantes : La protection contre le bruit se ramène donc à la résolution de deux problèmes :

- Construction de parois absorbantes,
- Fermeture des ouvertures.

Comme il a été dit plus haut (§ 1), les ondes sonores peuvent être amorties de deux façons :

- Au moyen de produits absorbants poreux;
- Au moyen de matériaux courants, suffisamment lourds.

a) Les matériaux spéciaux absorbants se trouvent généralement dans le commerce sous la dénomination de "produits insonores".

Ils sont :

(1) - Ce procédé avait été essayé dans les ouvrages allemands pour diminuer le bruit dans les chambres de tir des casemates de canon de flanquement. Il pourrait être envisagé pour diminuer les bruits du tir dans certains cuirassements.

- Soit à base végétale : fibre de bois, de coco, de canne, etc...;
- Soit à base minérale : laine minérale, coton de verre, amiante, béton cellulaire, verre multicellulaire, etc...;
- Soit à base animale : feutre, crins,... etc....

Ces produits ont des coefficients d'absorption théoriques élevés, mesurés sur des échantillons de faibles dimensions, dont les valeurs réelles sont souvent sujettes à caution. Ils sont, en effet, généralement employés sous faible épaisseur, inclus entre deux feuilles de matériaux protecteurs (contreplaqué, tôle...): Ils constituent des panneaux légers peu rigides qui entrent en vibration propre facilement, se transforment ainsi en agents de propagation des bruits. (1)

Appliqués sur des parois rigides, ils sont par contre excellents du point de vue acoustique.

Mais leur emploi, dans ces dernières conditions, est à proscrire dans les ouvrages; ils risquent d'être facilement détériorés soit par le personnel, soit par les rongeurs, soit encore par l'humidité. (2) Malgré les traitements qu'ils subissent, les produits à base végétale ne sont pas en outre, sans créer des risques d'incendie sérieux.

Enfin ils sont très coûteux. Ils ne seront donc pas, en règle générale, utilisés dans les ouvrages.

b) Des résultats très satisfaisants peuvent être obtenus par l'utilisation de matériaux de construction courante (briques pleines, béton....), sous réserve de prendre certaines précautions : maçonneries très soignées, jointoiement, absence de trous, etc.....

(1) - Ainsi qu'il a été constaté lors des essais réalisés dans un ouvrage.

(2) - Certains produits sont très hygroscopiques et forment de véritables éponges.

L'utilisation de doubles cloisons, séparées par un matelas d'air, améliore encore dans de grandes proportions l'absorption des bruits. Ces cloisons doivent être parfaitement indépendantes l'une de l'autre.

L'emploi de planchers "flottants" permet de supprimer la transmission des vibrations par le sol. Les quantités de produits spéciaux à utiliser dans ces conditions sont très faibles et se réduisent à peu de choses près à l'emploi de bandes ou plots élastiques. Les phénomènes de résonance seront évités en donnant aux deux cloisons et au vide qui les sépare des épaisseurs différentes.

Ces procédés sont à utiliser d'une manière générale dans les ouvrages par suite de leur prix de revient peu élevé et de leur efficacité reconnue.

On trouvera plus loin la description de locaux insonores ainsi réalisés.

V - Fermeture des orifices - La deuxième partie du problème à résoudre pour confiner les sons ou protéger un local, consiste à fermer hermétiquement les ouvertures.

En conséquence, toutes les ouvertures non strictement indispensables seront rigoureusement obturées par des maçonneries appropriées (en particulier les passages de câbles ou tuyaux).

Seules doivent subsister :

- Les portes d'accès;
- Les ouvertures nécessaires à la ventilation;
- L'espace ménagé entre les cloisons minces et la dalle, aux étages supérieurs des blocs bétonnés.

a) Otturation des accès : Elle sera réalisée par des portes insonores. Celles-ci doivent avoir les qualités suivantes :

Présenter des surfaces extérieures lisses pour réfléchir au maximum les ondes sonores;

Etre constituées intérieurement par des substances suffisamment absorbantes;

Etre suffisamment lourdes.

Divers systèmes peuvent être employés : un des plus simples et des moins onéreux, suffisant dans les cas les plus défavorables (cas des centrales électrogènes et des chambres de neutralisation) consiste à constituer la porte (croquis N° 1_a) par :

- Un panneau contreplaqué recouvert de métal (genre PLYMAX, RIGIDEX, LATEM, etc....) de 5 m/m d'épaisseur totale;

- Une tôle de 1 m/m 5 à 2 m/m d'épaisseur environ;

- Un matériau isolant à base de copeaux de bois agglomérés par du ciment Portland⁽¹⁾ à l'exclusion de ciments magnésiens risquant d'attaquer les pièces en fer) de 40 m/m d'épaisseur (genre PANOLITH, DALO, etc....) fortement serré;

- Une tôle de 2 m/m à 2 m/m 5 d'épaisseur;

- Un panneau contreplaqué, comme ci-dessus.

Le métal de l'enveloppe extérieure (acier galvanisé) sera replié sur la tranche de la porte et soudé, de façon à mettre l'intérieur de cette dernière à l'abri des actions destructives des agents extérieurs.

Ces portes devront, en se fermant, comprimer légèrement un joint, en caoutchouc mousse par exemple, afin de réaliser l'étanchéité.

(1) - Absorbant de bonne qualité et relativement peu coûteux.

Dans le cas d'emploi de doubles cloisons, on utilisera deux portes insonores successives qui s'ouvriront en principe en sens inverse⁽¹⁾ sauf si des risques spéciaux d'incendie imposaient l'ouverture des deux portes vers l'extérieur.

Dans le cas où l'on désirera se protéger de bruits peu intenses ou éviter que des conversations puissent être entendues à l'extérieur d'un local (cabines téléphoniques installées dans un bureau, chambre de malades, postes de commandement...), les portes pourront être constituées plus simplement (croquis N° 1_b Portes insonores simplifiées) par :

- Un panneau contreplaqué, recouvert de métal, de 5 m/m d'épaisseur totale;
- Un matériau isolant comme ci-dessus de 3 à 4 cm d'épaisseur;
- Un panneau contreplaqué comme ci-dessus.

Les mêmes précautions que celles indiquées plus haut devront être prises en ce qui concerne l'étanchéité et la protection contre l'humidité.

La fermeture de ces portes demande des précautions toutes spéciales, aucun trou ne devant faire communiquer directement les deux faces. A cet effet le procédé, qui semble le plus simple consiste à utiliser une serrure à bec de cane commandant un pêne abattant. La gâche correspondante comporterait une mortaise ayant une pente appropriée pour assurer un serrage de la porte sur le joint étanche (croquis N° 2). En outre, pour les portes appelées à être condamnées, on prévoirait une targette⁽²⁾ construite de façon à pouvoir être

(1) - Les doubles portes insonores, liées pour s'ouvrir simultanément, sont à éviter, la pièce qui les solidarise, transmettant les vibrations de l'une à l'autre.

(2) - Cet organe pourra être inclus dans la serrure précédente.

manoeuvrée de l'extérieur au moyen d'une clé à carré (du genre de celles que l'on rencontre dans les wagons de chemins de fer), et de l'intérieur au moyen d'un bouton quelconque.

Les serrures seront fixées sur les portes, les axes traversant l'épaisseur seront cylindriques et s'engageront à frottement doux et sans jeu dans des tubes soudés extérieurement au revêtement métallique. A leur sortie, des joints, en cuir par exemple, seront prévus pour arrêter les bruits qui auraient pu passer.

b) Obturation des orifices nécessaires à la ventilation :

La ventilation des locaux est réalisée soit par pulsion d'air, soit par aspiration. Il est donc nécessaire, dans l'un et l'autre cas (sauf dans les locaux communiquant avec l'extérieur, tels que les chambres de tir), de prévoir un orifice soit pour l'échappement de l'air vicié, soit pour l'introduction de l'air frais. Dans le cas où l'on devra insonoriser de tels locaux, on obturera ces ouvertures par un dispositif dit "boîte phonique" (croquis N° 3).

La boîte phonique se compose d'une caisse dont les parois intérieures sont recouvertes d'un matériau absorbant. Dans cette caisse sont placées des chicaneaux en matière absorbante, installées de façon que les ondes sonores soient réfléchies de nombreuses fois, sans que l'air éprouve une trop grande difficulté à passer.

La caisse et les chicaneaux devront être suffisamment rigides pour ne pas entrer en vibration propre. Les chicaneaux compartimentent irrégulièrement l'intérieur de la caisse pour éviter les phénomènes de résonance.

La matière absorbante à adopter sera impréputrescible; à base minérale en principe (amiante, laine de laitier agglomérée ou produits analogues); son épaisseur atteindra environ 10 m/m.

Le type de boîte phonique décrit au croquis N° 3_a a donné

d'excellents résultats pour l'obturation du trou de ventilation d'un local de groupe de 8 CV. La perte de charge était insignifiante (2 m/m). Pour des locaux demandant un débit d'air plus important, ou des locaux plus bruyants, on a avantage à augmenter la longueur des boîtes et le nombre des chicanes.

L'emplacement le plus favorable pour ces boîtes est à l'extérieur du local à isoler, au plafond. Mais tout autre emplacement peut convenir.

c) Obturation de l'espace libre entre dalle et cloisons :

Cet espace libre est destiné à permettre à la dalle de fléchir sans entraîner l'écrasement des cloisons peu épaisses. Il ne peut donc pas être rempli de matériaux rigides.

Pour assurer l'étanchéité aux bruits, on adoptera une solution analogue à celle préconisée pour réaliser l'étanchéité à l'air de ces cloisons. Deux files de cornières, solidement fixées à la dalle, enserreront fortement la cloison de part et d'autre. On interposera entre les cornières et les parois des feuilles de matériaux élastiques genre caoutchouc synthétique, ou liège asphalté (croquis N° 3_b).

VI - Protection contre les vibrations transmises par les parois.

La protection contre les vibrations transmises par le sol ou les murs s'obtiendra soit en isolant la source de bruit (moteur, ventilateur) de son support, soit en isolant du sol et des murs le local à protéger (plancher flottant, doubles parois).

A cet effet, il suffit d'intercaler, entre les parties à isoler, des blocs ou des bandes de produits élastiques. Ceux-ci devront, outre leur propriété d'absorption, présenter une résistance mécanique suffisante, ne pas être attaqués par les huiles, essence, gasoil etc, et conserver leurs propriétés avec le temps. De nombreux produits peuvent convenir : ressorts, liège, matelas de matières fibreuses protégées, caoutchoucs synthétiques.... etc..... Les matériaux élastiques à base de matières oléagineuses polymérisées (genre Isolind ou analogues) ne contenant ni caoutchouc, ni résines, ni gélatine semblent, en particulier, répondre parfaitement au problème. Le plomb peut également être employé dans le même but, sauf, et cela d'une façon absolue, s'il existe des explosifs nitrés à proximité. Les croquis N^{os} 5_c et 5_d donnent, à titre d'exemple l'isolation par ces procédés d'un ventilateur et d'un groupe électrogène.

VII - Exemples d'insonorisation.

a) Cabines téléphoniques insonores (croquis N^o 4). La cabine décrite ci-dessous convient pour les postes téléphoniques installés dans des locaux très bruyants (centrales électrogènes, chambres de neutralisation). Les dimensions intérieures ne sont données qu'à titre d'indication.

La cabine se compose d'une première enceinte, en briques pleines, enduite intérieurement au plâtre, de 120 m/m d'épaisseur environ (formant la cabine proprement dite). Elle repose sur une dalle en béton armé de 100 m/m d'épaisseur, formant plancher, posée elle-même sur le sol par l'intermédiaire de bandes ou de plots élastiques suffisamment épais (50 m/m environ). On veillera avec soin à ce qu'il n'y ait aucune liaison directe entre le sol et la cabine, autrement que par les plots isolants.

Une dalle en béton armé de 70 m/m d'épaisseur forme plafond. On fixera à la surface extérieure de la cabine des panneaux de 20 m/m d'épaisseur de matériaux isolants, du type copeaux de bois enrobés de ciment.

Une deuxième enceinte entoure complètement la précédente, en laissant un vide d'air de 50 m/m. Elle est constituée par des cloisons de 65 m/m d'épaisseur en briques pleines enduites au ciment sur la face extérieure. Ces cloisons sont construites sur des bandes isolantes de faible épaisseur (liège asphalté par exemple) qui les isolent du sol. Une dalle de béton armé de 60 m/m d'épaisseur forme plafond.

Aucune liaison, même fortuite, ne devra exister entre les deux enceintes. Les joints (entre matériaux, entre dalles, plancher et cloisons) seront particulièrement soignés, évitant que des ouvertures accidentelles, fassent communiquer entre eux l'intérieur et l'extérieur des enceintes. En outre, on évitera de placer les cloisons extérieures en contact avec les parois des locaux où la cabine sera construite.

Les parois ne devront, en principe, comporter aucun trou. Toutefois, pour l'entrée des câbles ou canalisations, les ouvertures nécessaires, prévues lors de la construction, seront aussi petites que possible et décalées dans les deux parois, pour éviter que les sons se propagent directement. L'espace libre restant entre câbles et maçonnerie sera obturé hermétiquement, avec un mastic bitumineux par exemple.

L'accès sera fermé par deux portes inscraores, du modèle décrit plus haut, l'une à un seul battant, l'autre à 2 battants. Un hublot vitré sera prévu, soit dans les portes, soit dans une des parois (croquis N° 4).

Il n'a pas paru utile de prévoir la ventilation de la cabine.

Dans les locaux relativement peu bruyants, où l'utilisation de cabines insonores s'impose cependant (cabine dans un central téléphonique, dans un bloc d'artillerie, etc....) on se contentera de construire une cabine en briques de 11 cm, enduite à l'intérieur et à l'extérieur, fermée par une porte insonore simple (croquis N° 4).

b) - Isolation d'un local - Dans la plupart des cas, dans les ouvrages fortifiés, les bruits étant surtout transmis par l'air, il suffira de clore les locaux que l'on désire isoler par des cloisons épaisses (de l'ordre de 0^m,25) et par des portes insonores (voir exemple "d" ci-dessous). Lorsque cela ne suffira pas, on construira une deuxième cloison (de 0m,11 par exemple), séparée de la première par un vide, de 0m,05 environ, et dont les ouvertures seront également obturées par des portes insonores (croquis N° 5_a).

Dans les cas, tout à fait exceptionnels, où ces mesures seraient jugées insuffisantes, par suite de la présence d'importantes vibrations transmises par les parois, il conviendra de réaliser, à l'intérieur du local, un deuxième local, sur le principe de la cabine insonore décrite au paragraphe "a" (croquis N° 5).

c) - Isolation de moteurs et ventilateurs - L'isolation est réalisée en intercalant entre le matériel et son support des blocs isolants (§ VI). Pour les groupes électrogènes, lorsque l'ouvrage n'est pas encore construit, on pourra prévoir l'isolation du bloc de béton auquel est fixé le châssis. Le croquis N° 5_c indique, schématiquement, les mesures à prendre.

d) Exemple de réalisation de l'insonorisation dans un ouvrage⁽¹⁾
(croquis N° 6). Le bloc bétonné (observatoire) est à deux étages. Les sources de bruit sont :

Le groupe C.L.M. (local N° 8 étage inférieur);

Le ventilateur A (local N° 1 étage supérieur).

Les points à protéger sont :

- 1°) A l'étage supérieur :

D'une part : le poste téléphonique T, dont les utilisateurs doivent pouvoir communiquer directement à la voix avec les observateurs qui sont dans la cloche G.F.M. (Local N° 3);

D'autre part : le standard téléphonique St (Local N° 2).

- 2°) A l'étage inférieur :

Le poste radiotélégraphique (Local N° 7).

Leurs emplacements sont tels que l'échange de communications téléphoniques est impossible et la réception de messages radios difficile si leur intensité est un peu faible.

Les aménagements suivants sont réalisés

a) Fermeture du local radio par une porte insonore simplifiée;

b) Fermeture du local du groupe par une porte insonore. L'alimentation en air de ce local est assurée par une gaine existante g (destinée au passage de tuyauteries) montant à l'étage supérieur, obturée par des panneaux de même constitution que les portes insonores et par une boîte phonique placée sous dalle;

c) Fermeture du local du ventilateur par une cloison en briques de 13 mm, enduite des deux côtés et par une porte insonore.

(1) - Essai réalisé dans un bloc bétonné.

Après exécution de ces travaux, les résultats obtenus ont été très satisfaisants; seule subsiste la gêne, peu importante, due à la transmission du bruit par les canalisations de ventilation. L'échange de communications téléphoniques, même à faible intensité, est facile, Aucune gêne n'est ressentie dans le local radio.

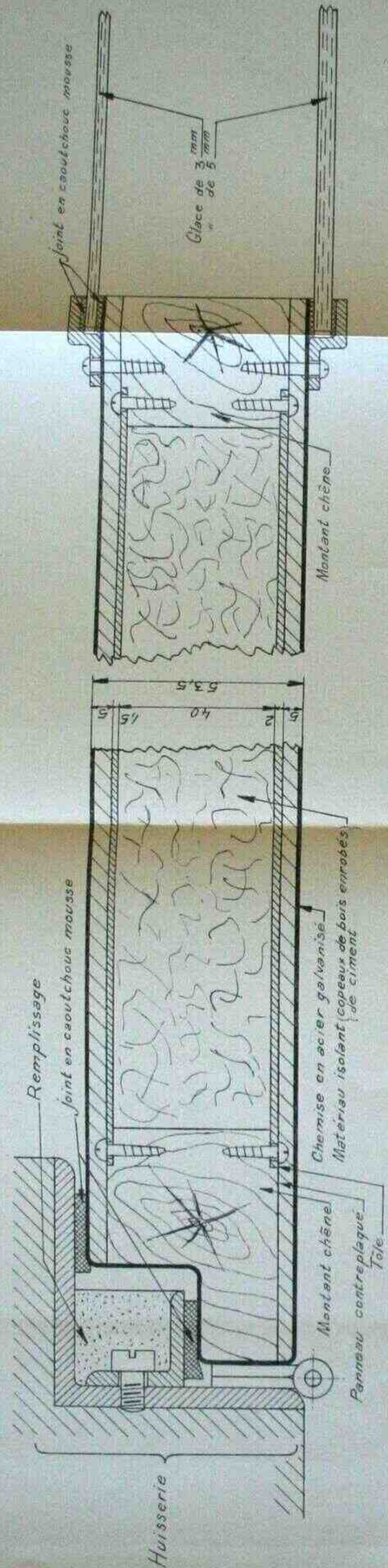
VIII - Bruit causé par le fonctionnement de la ventilation.

Une étude est en cours sur l'atténuation des bruits causés par la ventilation. Un additif à la présente notice précisera ultérieurement les mesures à prendre.

Croquis n° 1 joint à la Notice relative à la lutte contre le bruit dans les Ouvrages fortifiés en date du 21 Mars 1938.

Portes insonores

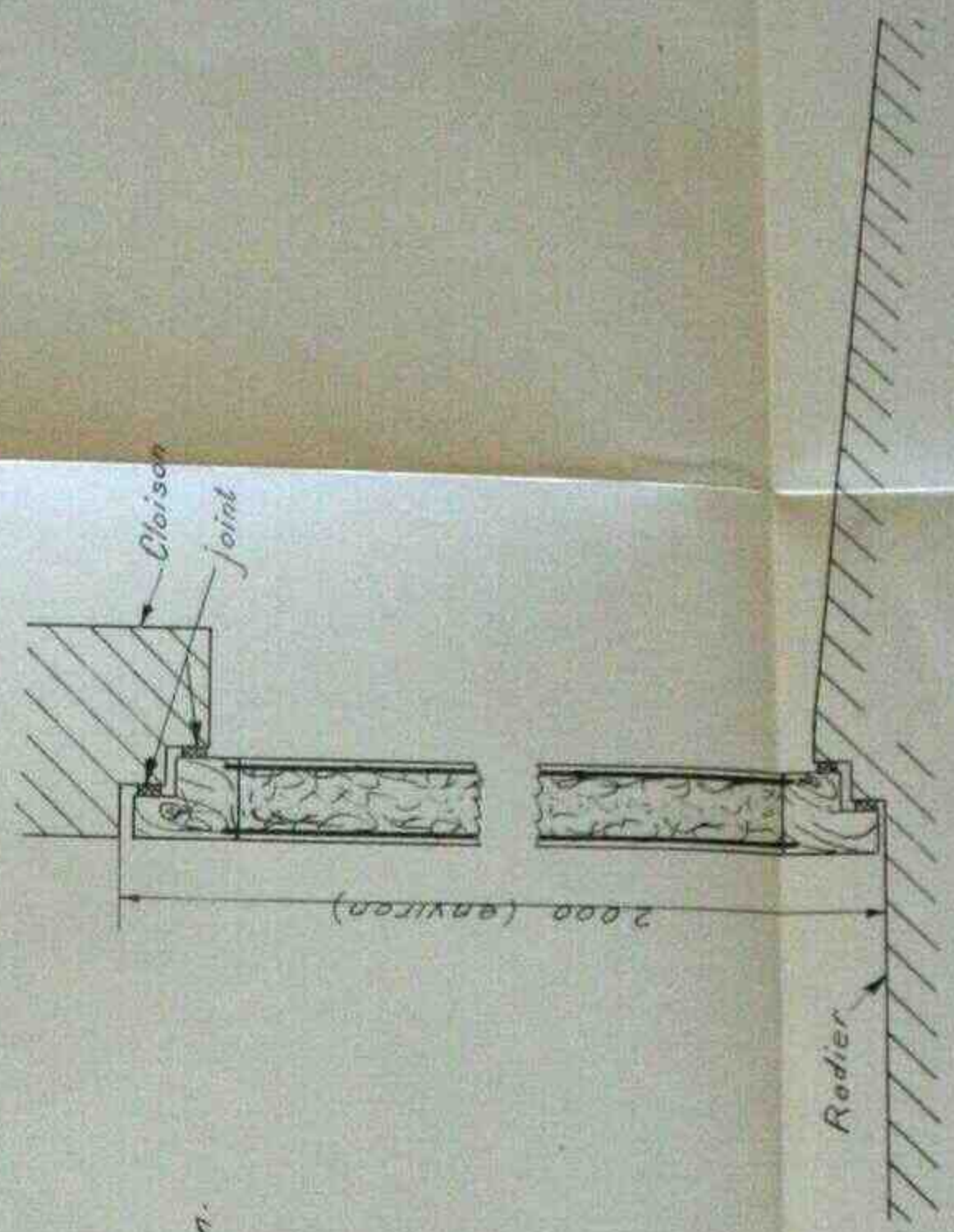
Echelle 1/10



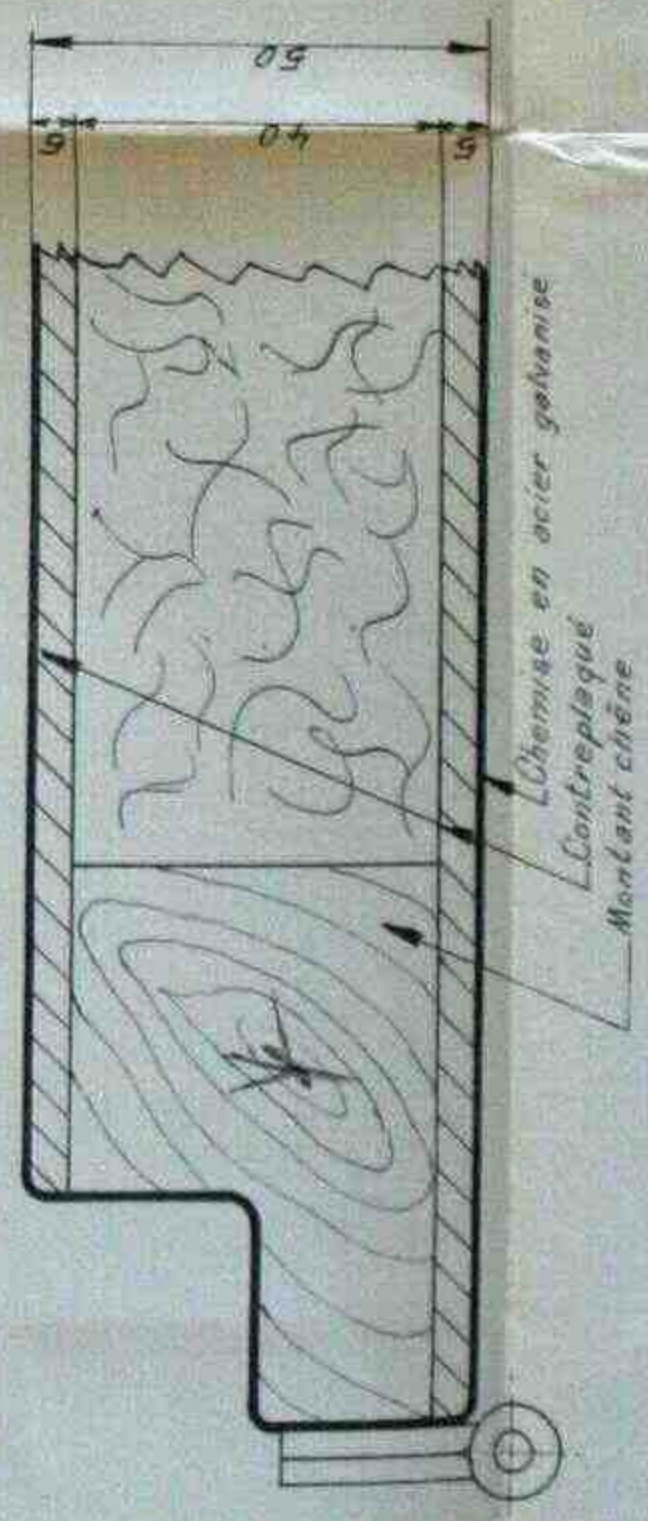
(1a) Porte insonore Coupe par un plan horizontal

Nota. Les joints en caoutchouc mousse ne doivent pas être peints.
Les cotes portées sur ces croquis ne sont données qu'à titre d'indication.

Installation d'un hublot dans une porte insonore



Coupe schématique par un plan vertical



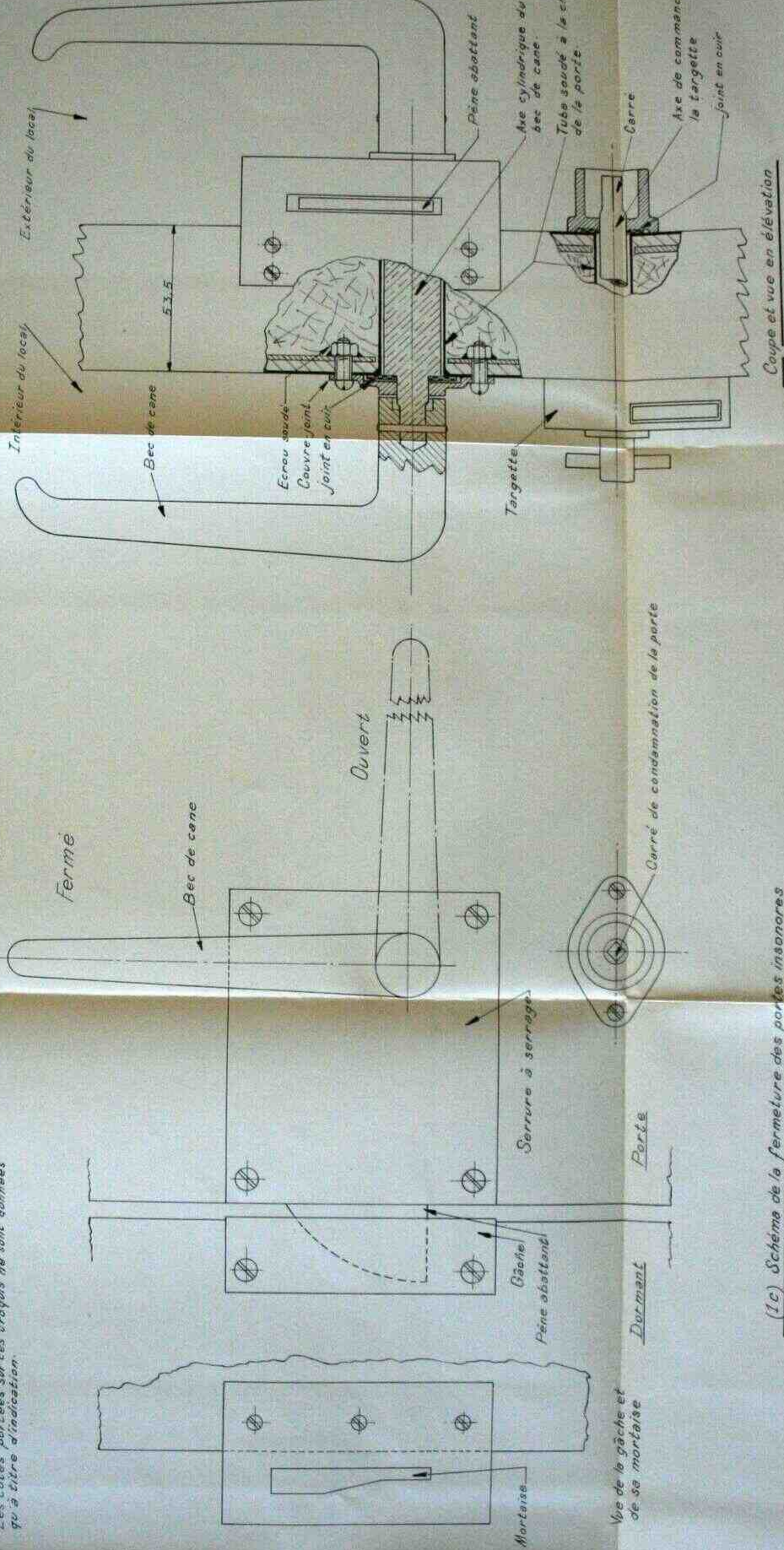
(1b) Porte insonore simplifiée. Coupe par un plan horizontal

Croquis n° 2 joint à la Notice relative à la lutte contre le bruit dans les Ouvrages fortifiés en date du 21 Mars 1938.

- - - Fermeture des portes insonores

Echelle 1/10

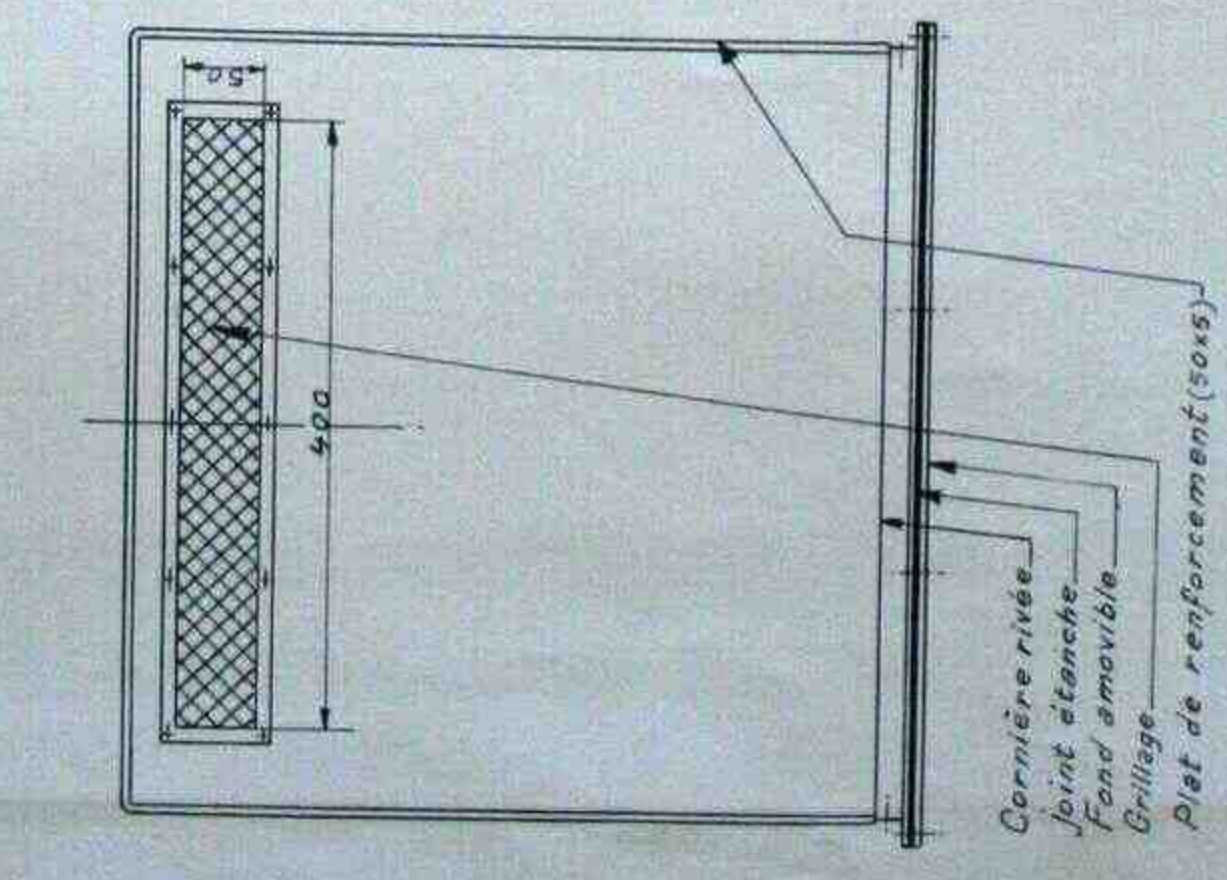
Les cotes portées sur ces croquis ne sont données qu'à titre d'indication.



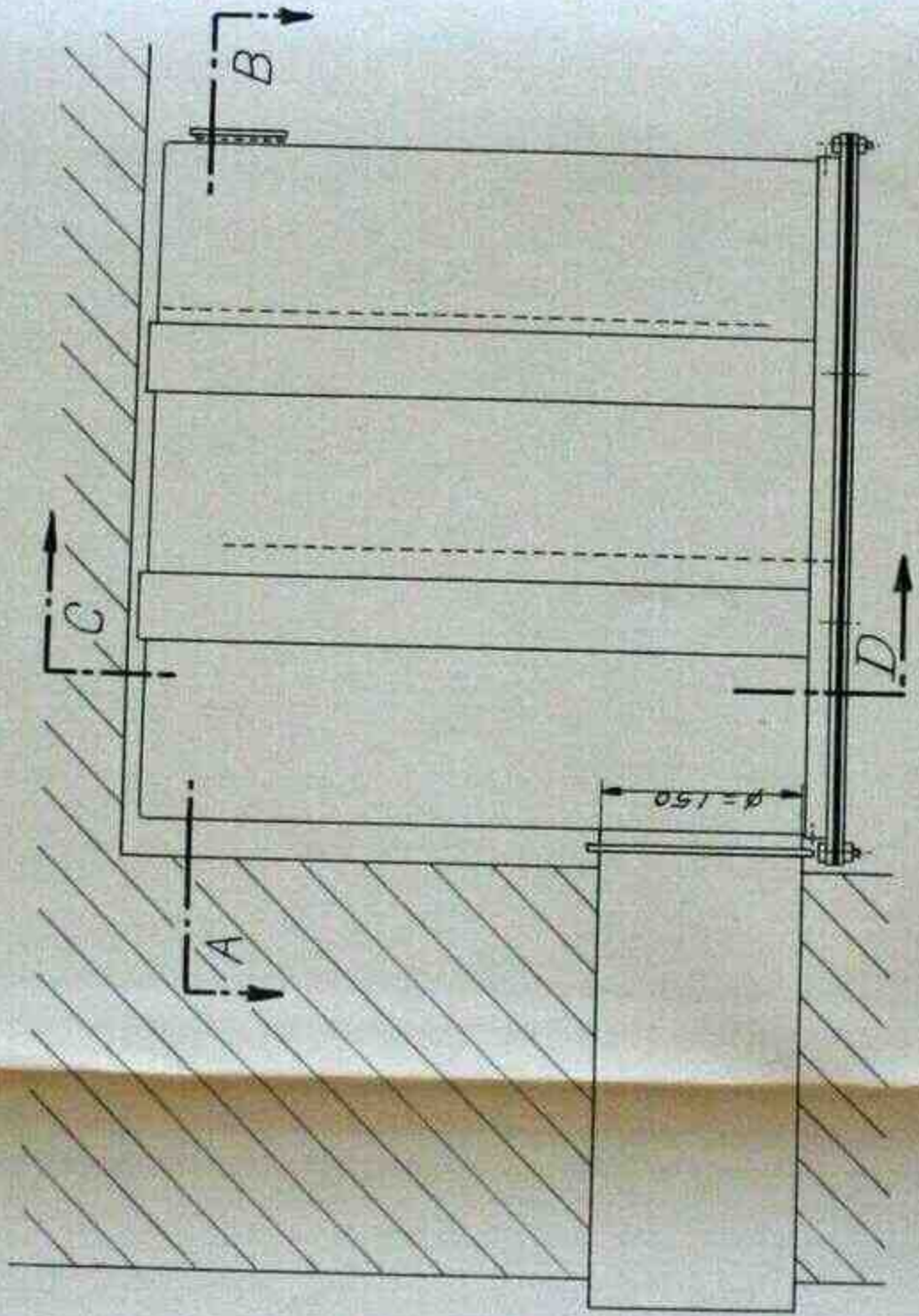
(1c) Schéma de la fermeture des portes insonores

Croquis n° 3 joint à la Notice relative à la lutte contre le bruit dans les Ouvrages fortifiés en date du 21 Mars 1938.

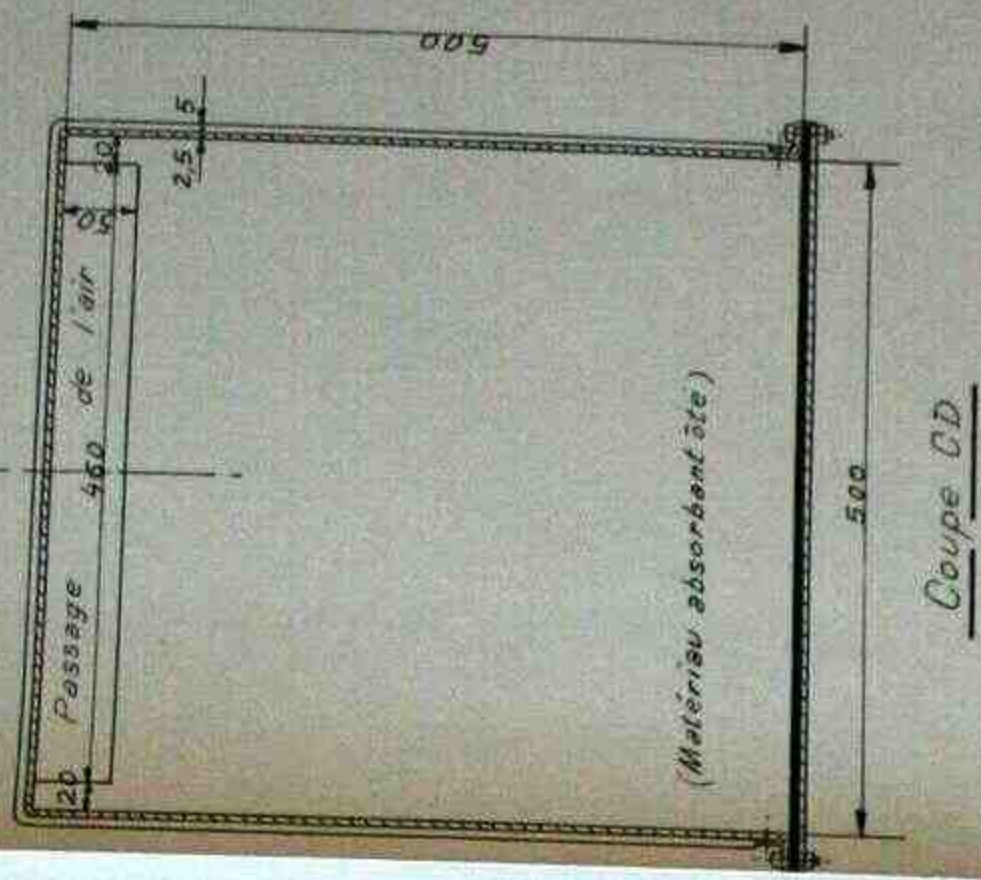
(2a) Boîte phonique (installée dans la partie haute d'un local)



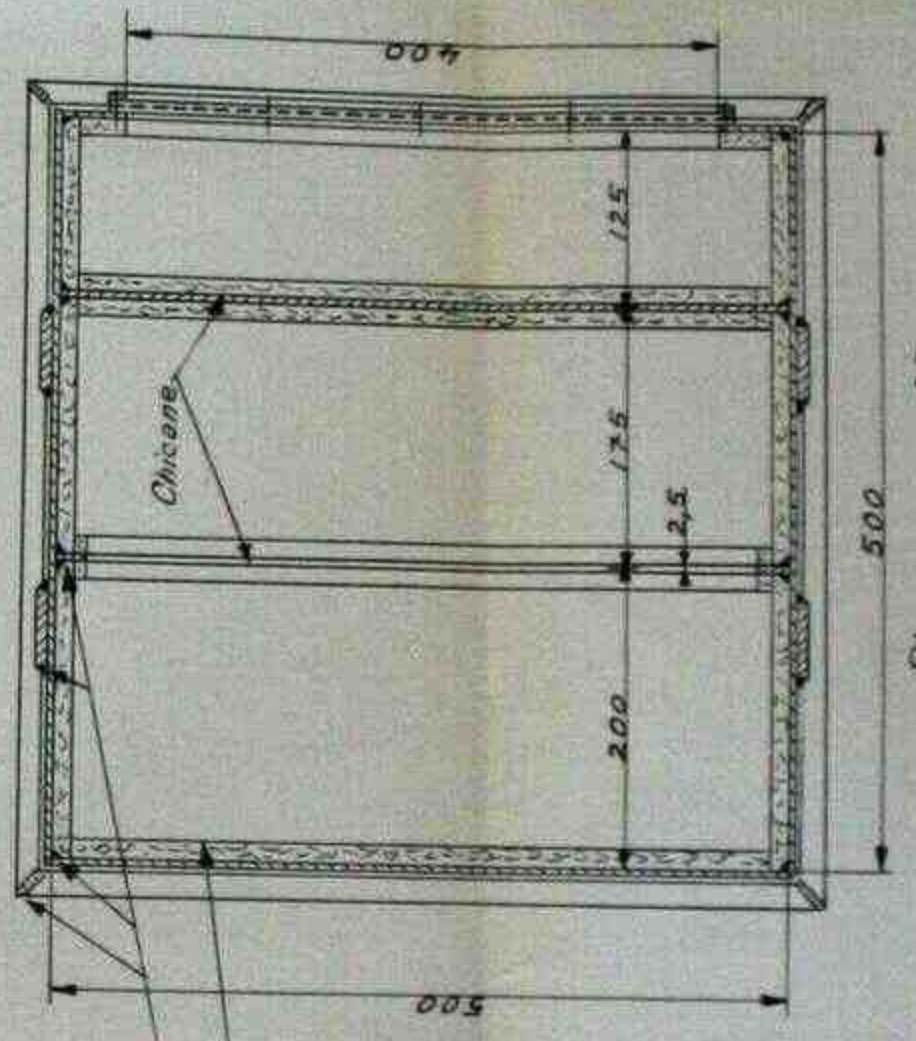
Vue en bout



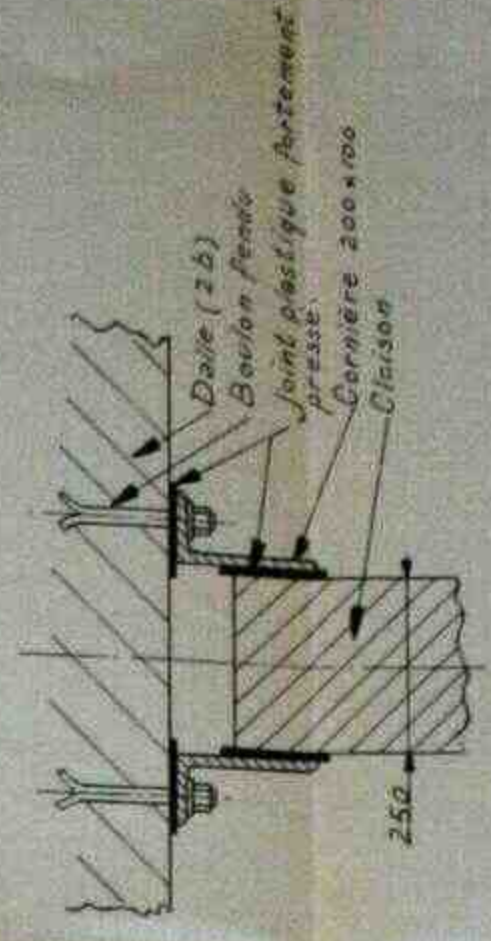
Vue de côté



Coupe CD



Plan coupe AB



Étanchéité aux sans des cloisons (1/10)

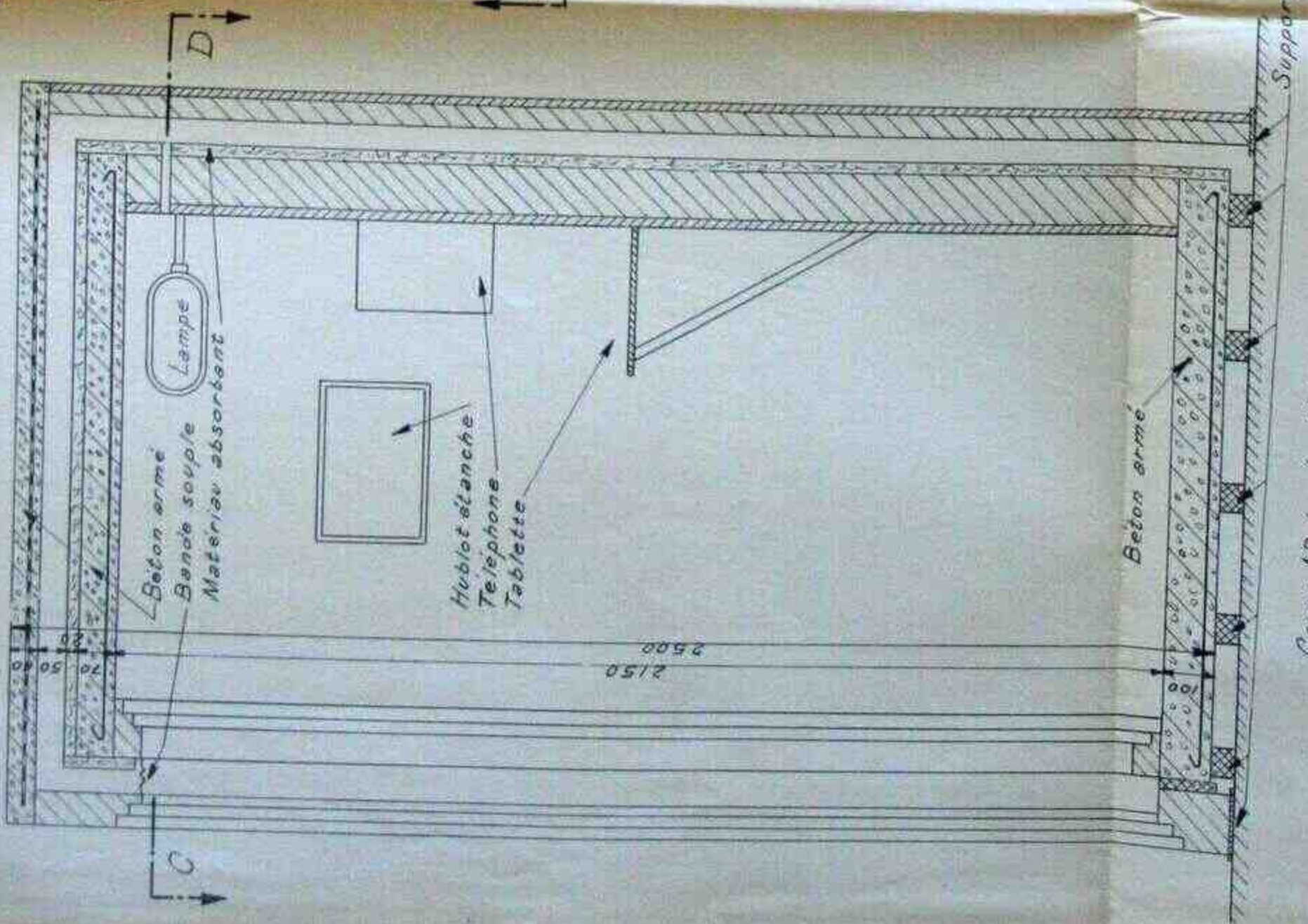
Schéma de boîte phonique (1/5) Les parois inférieures sont recouvertes de matériau absorbant

Les cotes portées sur ces croquis ne sont données qu'à titre d'indication

Croquis n° 4 joint à la Notice relative à la lutte contre le bruit dans les Ouvrages fortifiés, en date du 21 Mars 1938

Cabines téléphoniques insonores

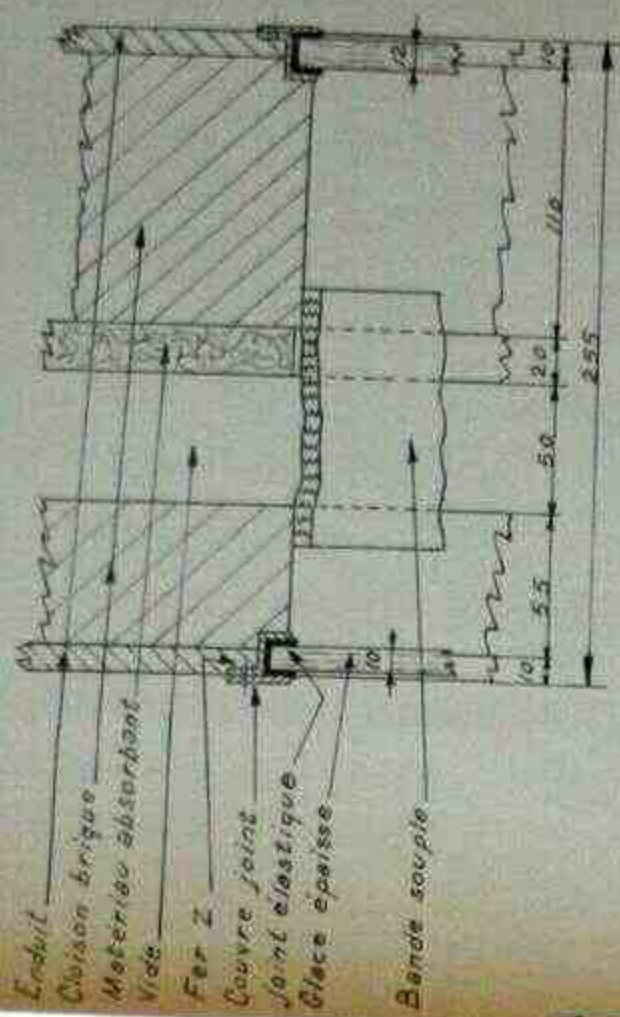
Les côtes portées sur ces croquis ne sont données qu'à titre d'indication



Coupe AB (portes ôtables)

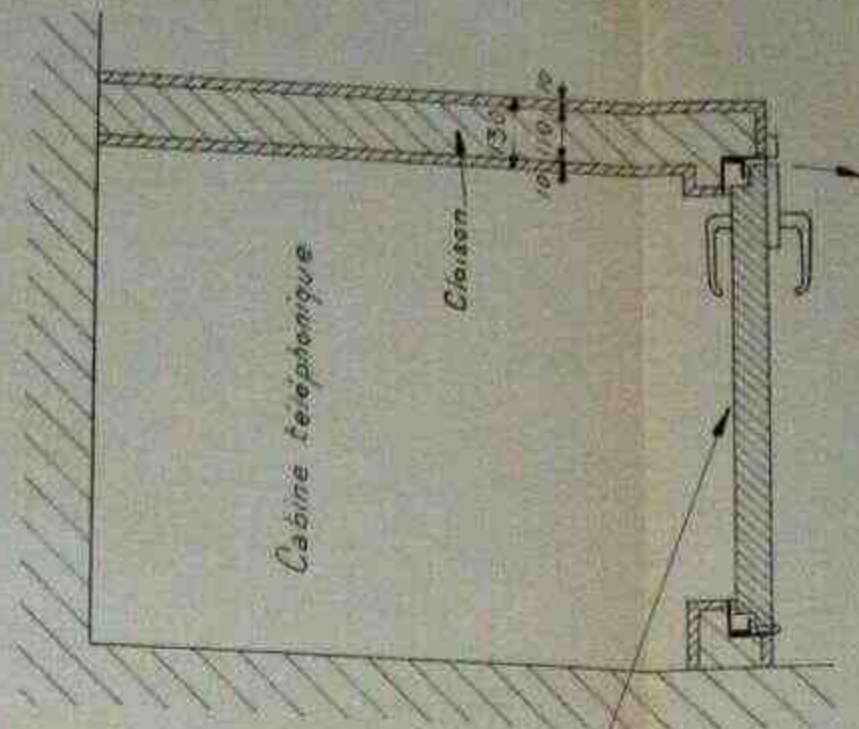
— (3a) Cabine pour locaux très bruyants —

Echelle 1/10



— Detail du hublot dans la maçonnerie —

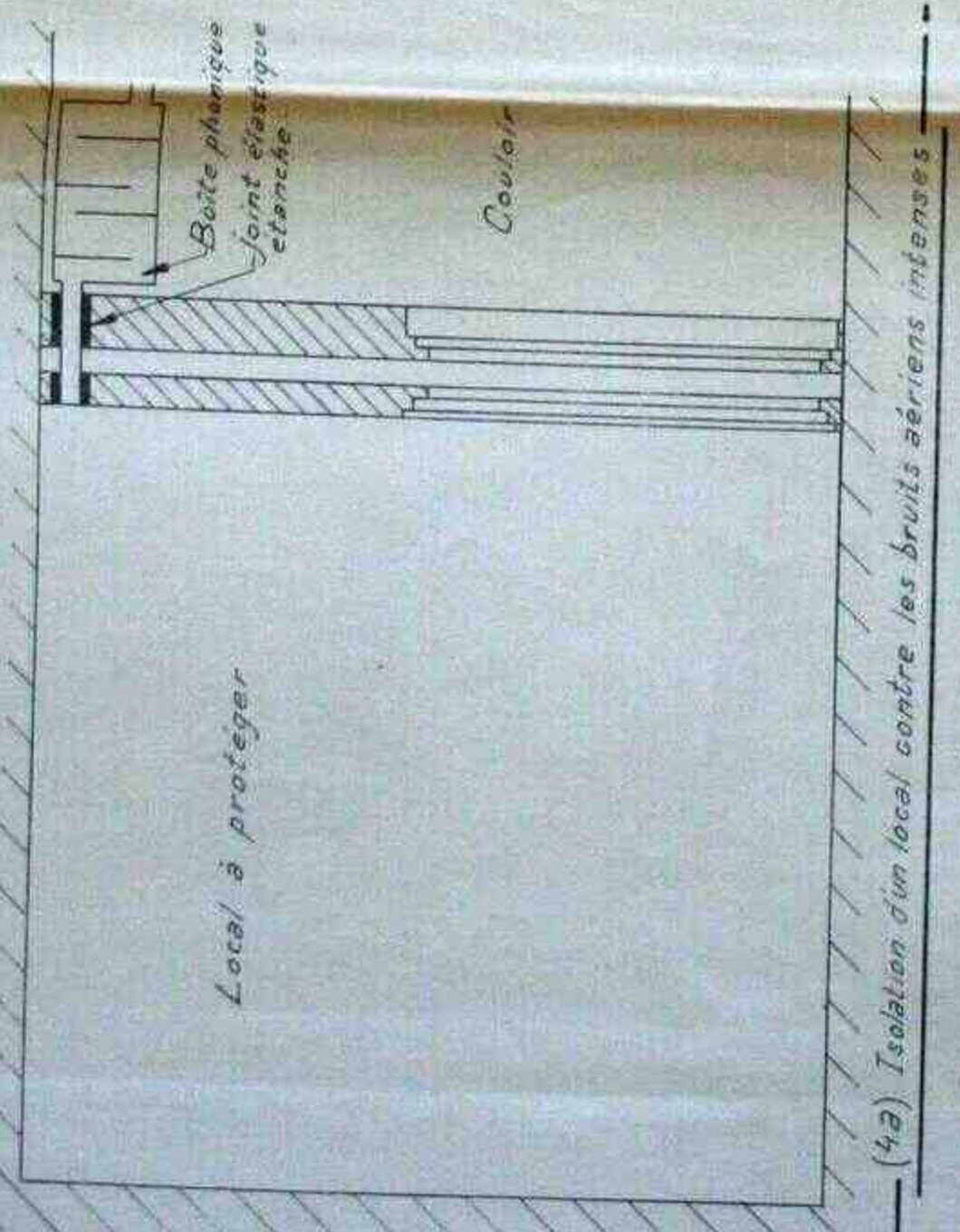
Echelle 1/2,5



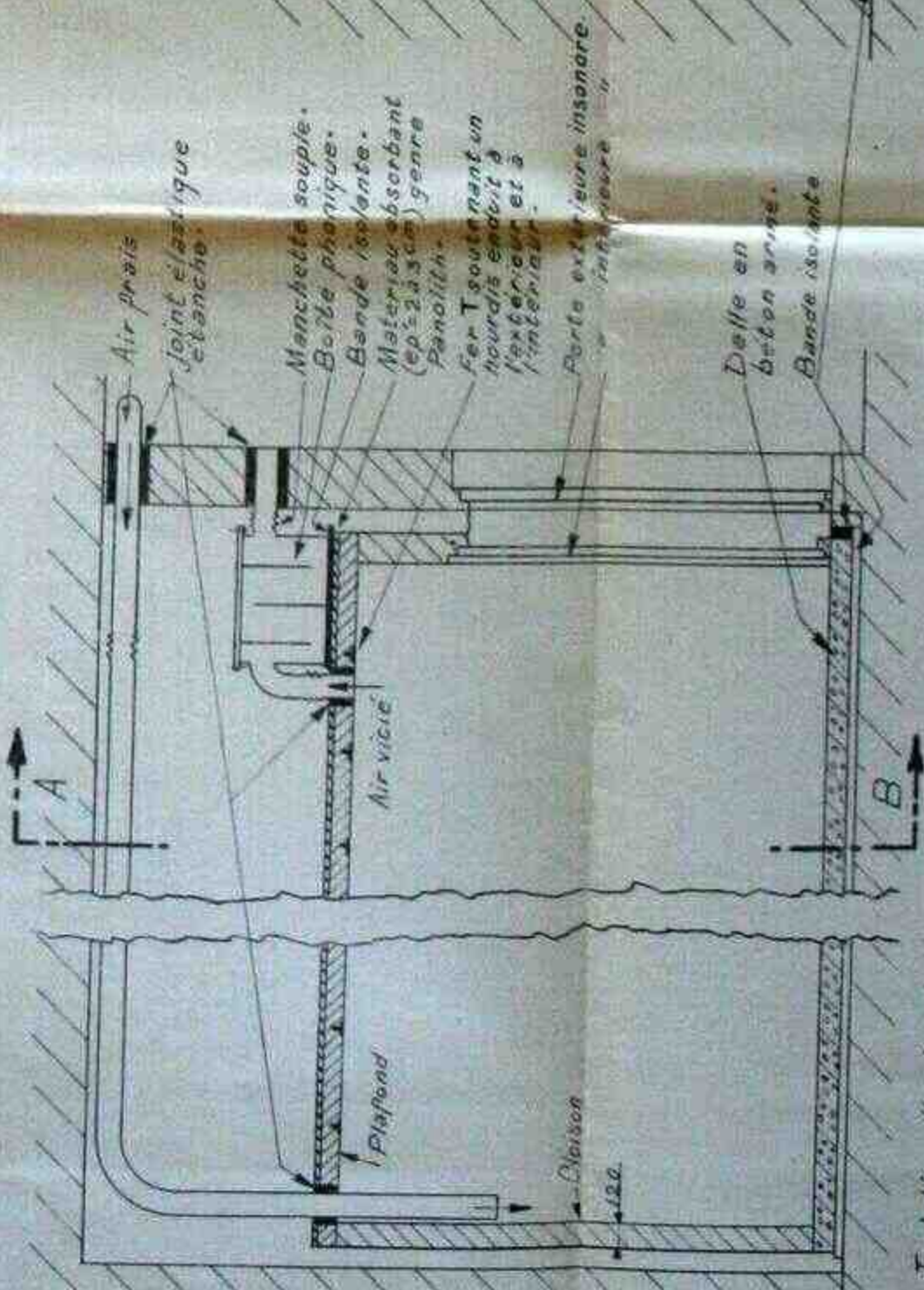
— (3b) Cabine téléphonique ordinaire —

Echelle 1/10

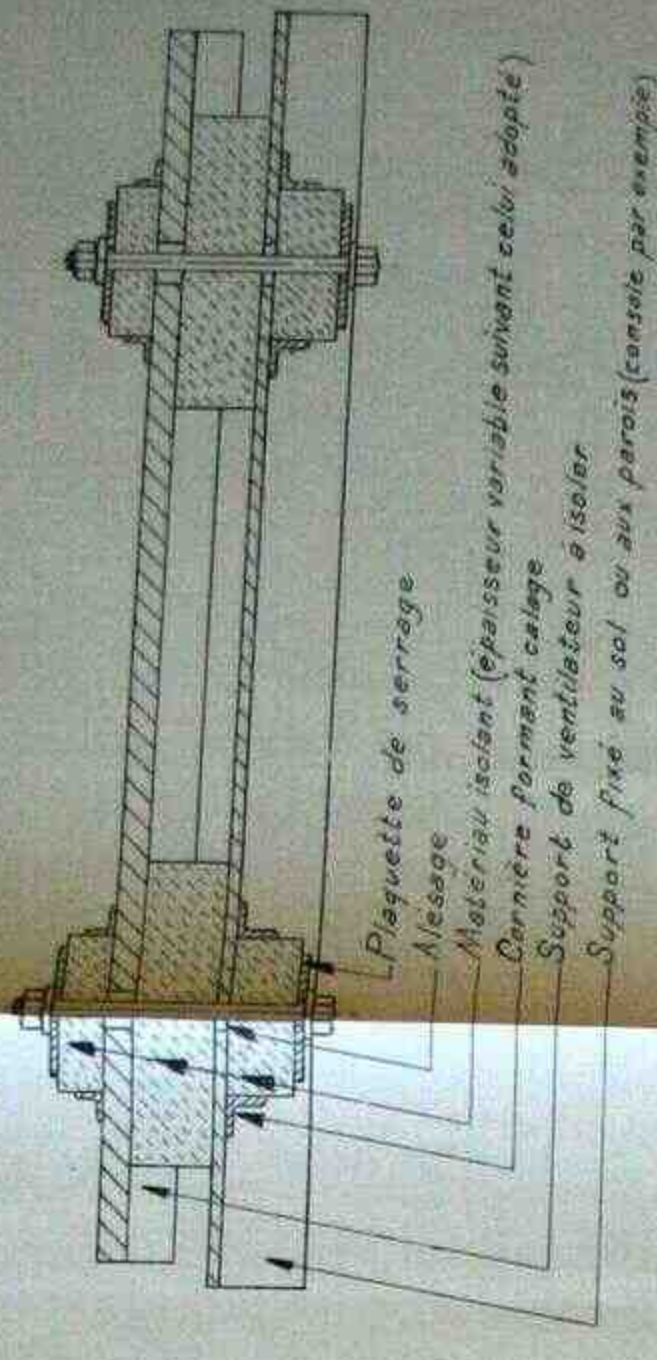
Croquis n° 5 joint à la Notice relative à la lutte contre le bruit dans les Ouvrages fortifiés en date du 21 Mars 1938



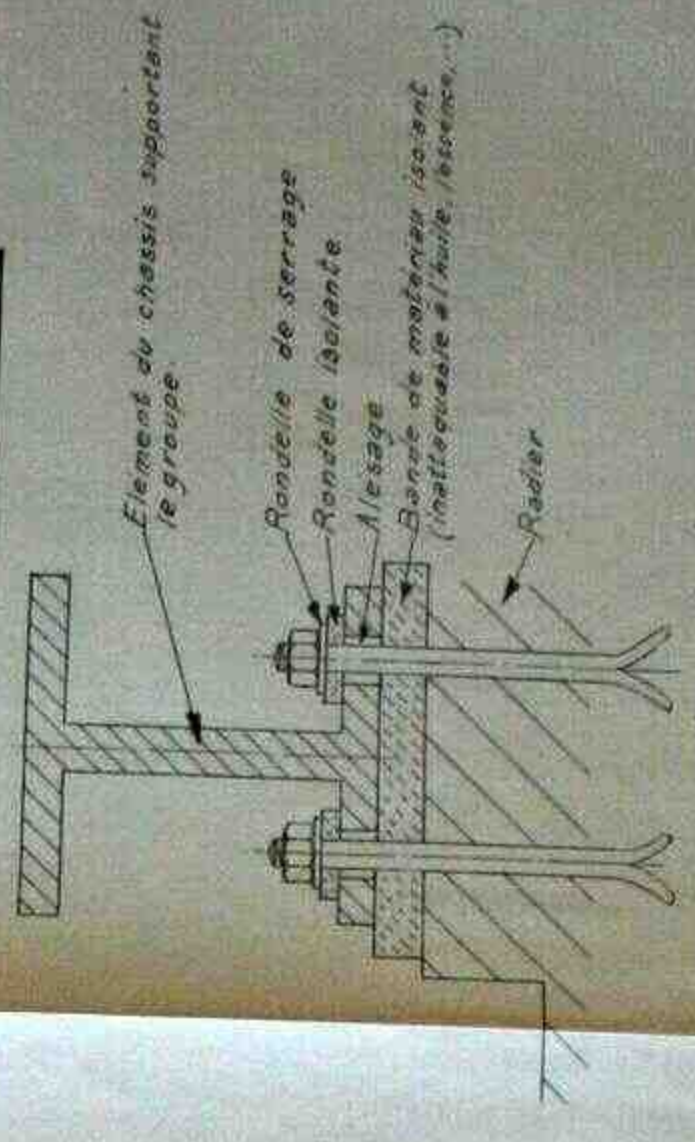
(4a) Isolation d'un local contre les bruits aériens intenses



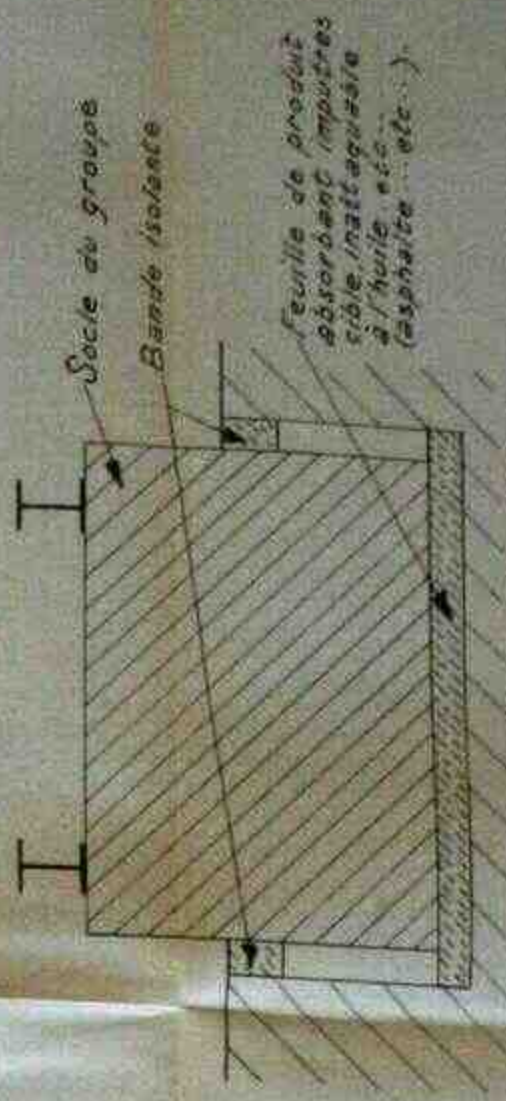
(4b) Isolation d'un local dans le cas exceptionnel ou l'on est gêné à la fois par des vibrations provenant des parois et par des bruits aériens



(4c) Schéma d'isolation de ventilateur

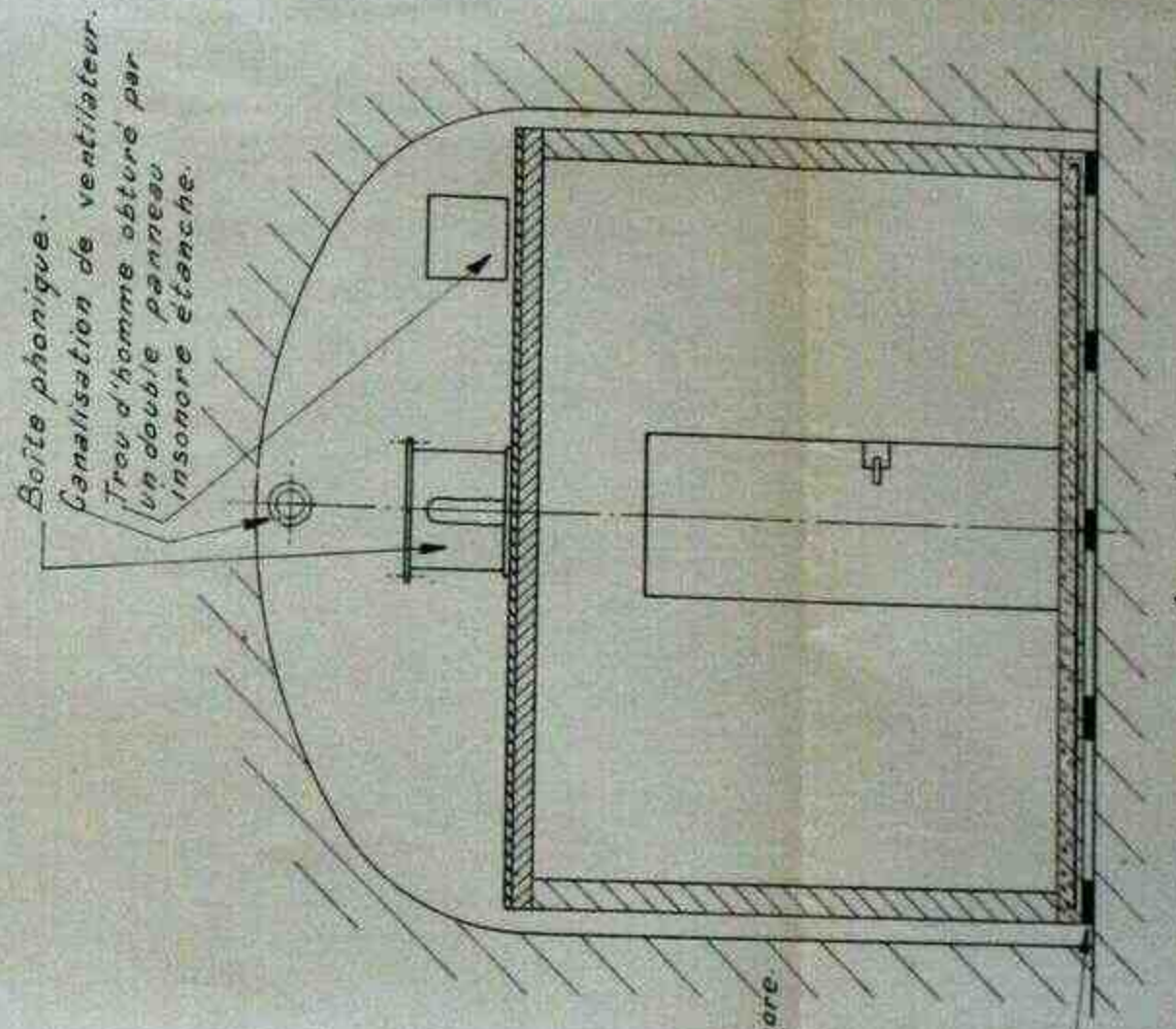


(a) Groupe déjà installé (isolation du chassis)



(b) Groupe à installer (isolation du socle)

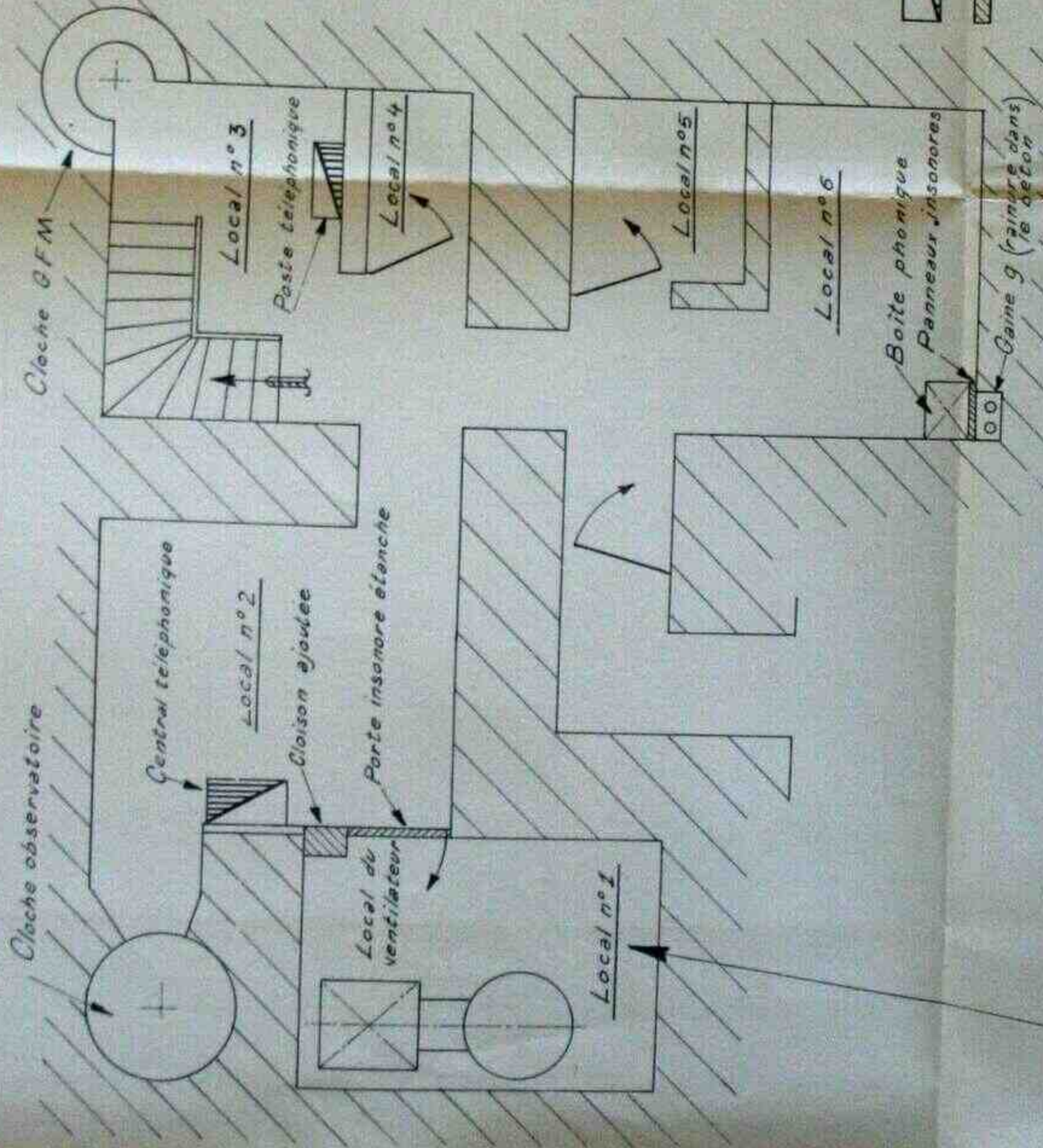
(4d) Schéma d'isolation d'un groupe électrogène



Croquis n° 6 joint à la Notice relative à la lutte contre le bruit dans les Ouvrages fortifiés en date du 21 Mars 1938.

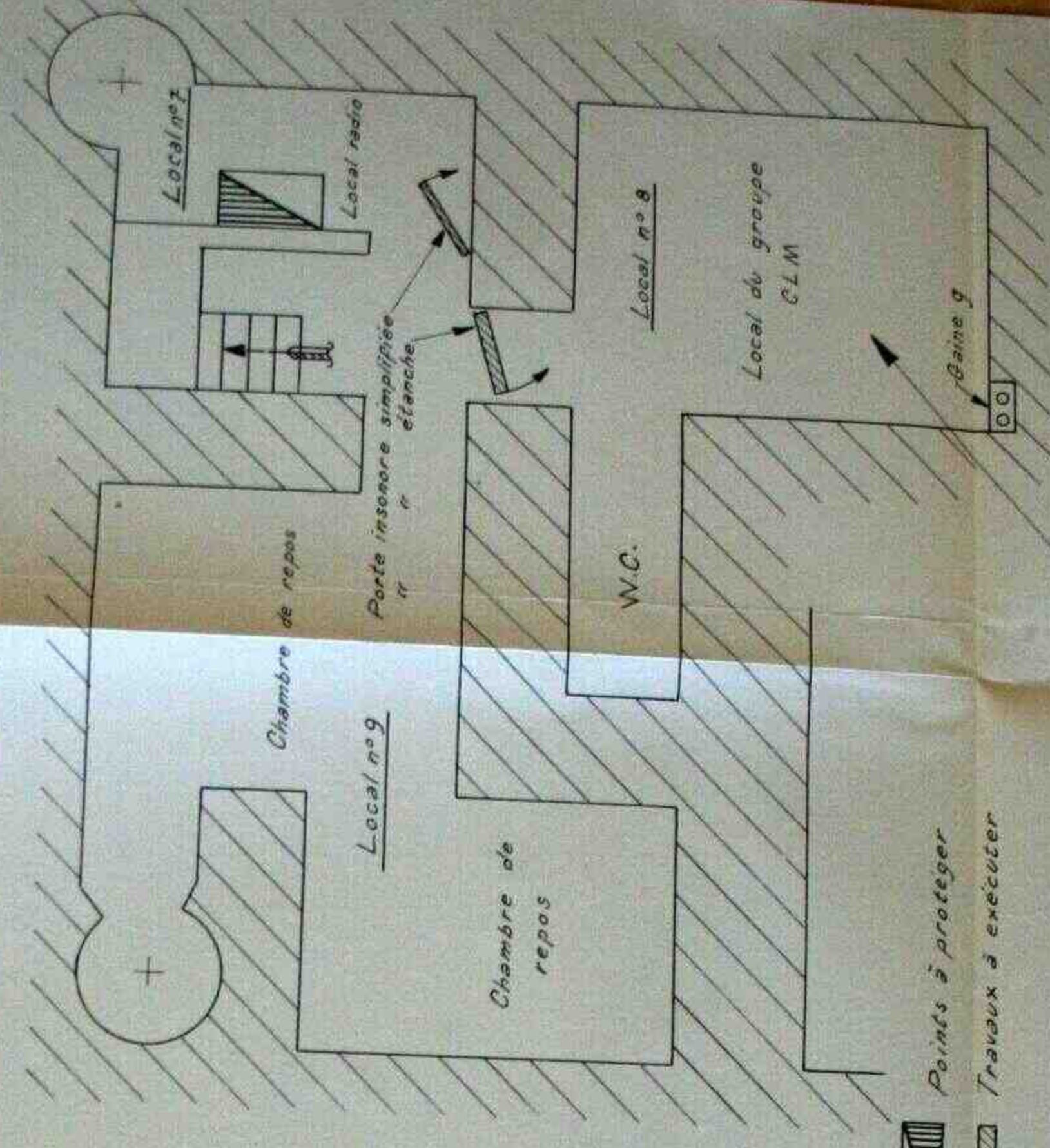
Exemple d'insonorisation d'un bloc isolé

Etage supérieur



2^{me} source de bruit

Etage inférieur



1^{re} source de bruit