

Isolation de doubles parois à l'aide de matériaux granulaires légers

La présente invention concerne une structure de double paroi mince avec isolation acoustique, utilisable aussi bien dans le domaine des constructions fixes, notamment comme cloison séparatrice pour bâtiments, que dans le domaine des véhicules en vue de leur insonorisation.

Les structures creuses, généralement à double paroi, sont de plus en plus utilisées par comparaison avec les structures pleines, car elles sont plus légères, tout en conservant une bonne résistance mécanique, mais aussi en raison de leurs propriétés intéressantes d'isolation acoustique et thermique.

Toutefois, le comportement vibro-acoustique d'une double paroi est caractérisé par une "transparence acoustique" très forte, à la fréquence de respiration où les deux plaques constitutives de la double paroi vibrent en opposition de phase. Ce phénomène est particulièrement gênant dans le cas où l'espacement des deux plaques est faible, car la réduction constatée d'isolement acoustique se produit à une fréquence de forte perception de l'oreille humaine. Par contre, aux plus hautes fréquences sonores, la double paroi devient un excellent isolant phonique.

On connaît déjà diverses propositions d'amélioration des doubles parois minces, notamment pour cloisons intérieures, qui consistent à placer, entre les deux plaques constitutives de la double paroi, un certain "remplissage" censé améliorer les propriétés d'isolation acoustique du panneau ainsi réalisé.

Un remplissage avec des matériaux isolants phoniques classiques, tels que les mousses, est envisageable mais n'est pas particulièrement performant dans la zone fréquentielle où se produit le phénomène précédemment expliqué, ou conduit à des épaisseurs de doubles parois qui sont inutilisables dans les applications courantes. En effet, l'ajout de raideur entre les deux plaques de la double paroi, provoqué par de tels matériaux, conduit à un décalage de la zone de forte transmission acoustique vers les fréquences gênantes. De plus, les mousses sont généralement incorporées à des structures plus ou moins complexes, telles qu'enseignées par les documents suivants :

- 1 JP 10037341 : mousse supportée par un treillis métallique ;
- 2 JP 4372000 : mousse mélangée à une poudre ;
- 3 JP 4194243 : mousse incorporant de fines particules.

D'autres propositions connues consistent à introduire, dans la cavité délimitée par les deux plaques de la double paroi, des matériaux tels que des billes d'acier, des billes de verre, de la poudre de silice, du sable, ... dont la densité élevée est

rédhibitoire pour certaines applications. A titre d'exemples, peuvent être ici cités les documents :

- 3 JP 6017491, avec utilisation de poudre de silice placée dans de petits réceptacles ;
- 4 JP 4106243, avec utilisation de poudre de silice remplissant des alvéoles.

Un autre type de solution, visant à alléger les panneaux réalisés, consiste à remplir la cavité entre plaques de micro-capsules enfermant un gaz autre que de l'air, par exemple d'hélium (voir document JP 3197743). La mise en œuvre est ici délicate, puisque les micro-capsules doivent être étanches, à ceci s'ajoutant le fait qu'un remplissage complémentaire de mousse est prévu entre les micro-capsules.

Outre leur complexité et leur coût, les solutions actuelles ont aussi pour certaines, comme il résulte de ce qui précède, l'inconvénient d'imposer des partitionnements ou des cloisonnements entre les deux plaques, qui rigidifie la liaison entre ces deux plaques et supprime le principe même de la double paroi.

La présente invention vise à remédier aux inconvénients précédemment exposés, et elle a donc pour objectif de fournir une structure de double paroi mince qui soit particulièrement efficace du point de vue de l'isolation acoustique, en améliorant notamment ses propriétés aux basses fréquences, tout en conservant une réalisation simple et économique, et également légère, autorisant des applications industrielles concrètes dans des domaines variés.

A cet effet, l'invention a pour objet une structure de double paroi mince avec isolation acoustique, essentiellement caractérisée par le fait que, dans la cavité située entre les deux plaques de la double paroi, est placé un matériau granulaire léger, dont les grains ne sont liés ni entre eux, ni auxdites plaques.

Par "matériau granulaire léger", on entend ici un matériau dont la masse volumique est inférieure à 50 g/l, et en particulier un matériau dont la masse volumique est comprise entre 15 et 35 g/l. Ces valeurs peuvent être obtenues soit en choisissant une matière légère par elle-même, notamment une matière poreuse ou micro-poreuse, soit en utilisant une matière possédant une densité intrinsèque plus forte mais conformée en grains creux, par exemple remplis d'air. A cet égard, il est important de noter que, dans le cadre de la présente invention, les pores des grains ou leur volume intérieur, dans le cas de grains creux, peuvent être remplis d'air ou d'un autre gaz ordinaire, et non pas d'un gaz spécial tel que l'hélium (selon le document précité JP 3197743).

En ce qui concerne le matériau constitutif des grains, et plus particulièrement

les matières légères utilisables, il est avantageux d'employer des grains en polystyrène expansé (PSE) ou en polypropylène expansé (PPE), qui procurent directement des masses volumiques des valeurs souhaitées comprises entre 15 et 35 g/l.

La nouveauté réside ainsi dans l'ajout, entre les deux plaques de la double paroi, d'une matière granulaire légère, laquelle possède des propriétés réfractantes des ondes sonores. Ce phénomène de réfraction des ondes acoustiques empêche la transmission du son, pour les ondes d'excitation possédant un angle d'incidence supérieur à un angle limite dépendant du milieu de propagation. La réfraction des ondes acoustiques bloque donc certaines incidences d'ondes.

Comme l'ont démontré les essais effectués par le Déposant, avec divers matériaux granulaires de différentes masses volumiques et de différentes grosseurs de grains, pour une même double paroi (double paroi avec plaques en aluminium, d'épaisseurs respectivement égales à 2 mm et 1,5 mm, la cavité délimitée par les deux plaques ayant une épaisseur de 10 mm), un gain énorme de l'ordre de 10 dB a été obtenu autour de la fréquence de respiration, qui se situe, pour une telle double paroi, vers 350-450 Hz. Un gain de 10 dB signifie que la puissance acoustique en sortie a été divisée par dix. On a aussi pu observer un gain en haute fréquence avec une pente de + 24 dB par octave au lieu de 12 dB par octave (sans remplissage de la cavité). L'ajout de matériau granulaire entre les deux plaques de la double paroi est donc, de façon surprenante, bénéfique à l'isolation acoustique dans toute la gamme de fréquences et, en particulier, autour de la fréquence de respiration.

Ces résultats remarquables seront encore rendus plus apparents au vu du dessin annexé, commenté plus bas.

On notera que la légèreté du matériau granulaire préconisé a pour avantage supplémentaire d'éviter tout tassement indésirable de ce matériau au cours du temps, notamment dans les applications aux cloisons verticales.

Des résultats encore améliorés, du point de vue acoustique et mécanique, peuvent être obtenus en mélangeant des grains de grosseurs différentes, ce qui procure un remplissage plus complet et homogène de la cavité, une augmentation du nombre de points de contact entre grains, et une meilleure résistance mécanique du remplissage, réduisant encore davantage le risque de tassement.

Les grains peuvent être réalisés en matériau à bonnes propriétés de glissement, ou être traités en surface de manière à améliorer leurs qualités de glissement, ce qui peut encore améliorer leur efficacité du point de vue de l'isolation acoustique.

Selon un aspect essentiel de l'invention, la distinguant des propositions

antérieures, les grains ne sont ni mélangés à une autre matière, ni liés entre eux ou aux plaques de la double paroi, et la nature granulaire du matériau évite elle-même de créer une liaison mécanique forte entre les deux plaques. Ceci permet aussi une mise en œuvre simple et aisée : il suffit en effet d'injecter le matériau sous forme de grains dans la cavité de la double paroi, pour obtenir directement une double paroi à isolation acoustique améliorée, et pour toute opération de maintenance, il suffit d'aspirer ces grains, ce qui est rendu aisé par leur légèreté. Il est aussi envisageable (sans créer de liaisons indésirables) de conditionner le matériau en grains dans une enveloppe en film plastique souple, elle-même introduite dans la cavité de la double paroi, ce qui peut d'une part faciliter la mise en place et surtout le retrait de ce matériau granulaire, et d'autre part confiner ce matériau en évitant par exemple qu'il s'échappe d'une cloison à la suite d'un perçage accidentel de celle-ci.

De toute façon, l'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui suit, en référence au dessin schématique annexé représentant, à titre d'exemple, une forme d'exécution de cette structure de double paroi mince avec isolation acoustique, et illustrant son fonctionnement.

Figure 1 est une vue partielle en perspective d'une telle double paroi, disposée verticalement de manière à constituer une cloison ;

Figure 2 est un diagramme représentant, du point de vue de l'indice d'affaiblissement, une comparaison des résultats obtenus avec et sans matériau granulaire intermédiaire ;

Figures 3 à 5 sont des diagrammes comparant, toujours en termes d'indice d'affaiblissement, les résultats obtenus avec des matériaux granulaires de différentes densités.

Comme le montre la figure 1, une double paroi, formant par exemple une cloison séparatrice verticale, comprend deux plaques rigides parallèles 2 et 3, séparées l'une de l'autre par une cavité intermédiaire 4, d'une certaine épaisseur E.

Selon l'invention, la cavité intermédiaire 4 est remplie d'un matériau granulaire léger, formé de grains 5 qui, mis à part leurs points de contact, ne sont liés ni entre eux, ni aux deux plaques 2 et 3.

La présence du matériau granulaire 5 entre les deux plaques 2 et 3 améliore grandement les propriétés d'isolation acoustique de la double paroi, comme l'illustre le diagramme de la figure 2, qui traduit le résultat d'essais faits avec une double paroi en forme de panneau rectangulaire, d'une longueur de 1,5 m et d'une largeur de 0,96 m, dont les deux plaques 2 et 3 sont en aluminium et possèdent des épaisseurs respectives de 2 mm et 1,5 mm, tandis que sa cavité intermédiaire 4 possède une

épaisseur E de 10 mm. Sur ce diagramme, l'indice d'affaiblissement exprimé en décibels est porté en ordonnées, tandis que les fréquences sonores exprimées en hertz sont portées en abscisses ; plus cet indice d'affaiblissement est élevé, et meilleur est l'isolement acoustique de la double paroi.

La courbe inférieure de la figure 2, en trait continu, est représentative de l'indice d'affaiblissement obtenu dans le cas d'une telle double paroi sans matériau granulaire intermédiaire. La courbe supérieure, en trait pointillé, est représentative de l'indice d'affaiblissement obtenu dans le cas de la même double paroi avec matériau granulaire, en l'occurrence du polystyrène expansé, possédant une masse volumique de 19 g/l. L'écart moyen entre les deux courbes est important, en particulier autour de la fréquence de respiration, soit vers 350-450 Hz, où cet écart est de l'ordre de 10 dB.

Les figures 3, 4 et 5 illustrent, de façon comparative, les propriétés d'isolation acoustique obtenues, par bandes d'un tiers d'octave, avec divers matériaux granulaires, toujours en portant l'indice d'affaiblissement en ordonnées et les fréquences en abscisses. Sur ces trois figures, les barres verticales sombres se rapportent à la paroi double sans matériau granulaire intermédiaire.

Sur la figure 3, les barres verticales blanches se rapportent au polystyrène expansé (PSE) d'une masse volumique de 19 g/l, tandis que les barres verticales grises se rapportent au polystyrène expansé (PSE) d'une masse volumique de 35 g/l.

Sur la figure 4, comme précédemment, les barres verticales blanches se rapportent au polystyrène expansé (PSE) d'une masse volumique de 19 g/l, tandis que les barres verticales grises se rapportent au polypropylène expansé (PPE) d'une masse volumique de 15 g/l.

Enfin, sur la figure 5, les barres verticales blanches se rapportent à des billes de polystyrène expansé (PSE) d'un diamètre de 1 mm, tandis que les barres verticales grises se rapportent à des billes de polystyrène expansé (PSE) d'un diamètre de 2 mm, la masse volumique de ces billes étant dans les deux cas égale à 19 g/l.

Ces diagrammes font apparaître le gain moyen obtenu, par rapport à une paroi double sans matériau granulaire intermédiaire, dans les différents cas considérés, gain qui aux basses fréquences, se situe entre 3 et 10 décibels, sachant que :

- 5 un gain de 3 dB signifie que la puissance acoustique a été divisée par 2 ;
- 6 un gain de 6 dB signifie que la puissance acoustique a été divisée par 4 ;
- 7 un gain de 9 dB signifie que la puissance acoustique a été divisée par 8 ;
- 8 un gain de 10 dB signifie que la puissance acoustique a été divisée par 10.

Un domaine particulier d'application de la structure de double paroi mince

avec isolation acoustique, précédemment décrite dans sa constitution et ses propriétés, est le secteur du bâtiment et des constructions fixes, où des cloisons séparatrices avec isolation acoustique sont en particulier réalisables selon cette conception de double paroi. On peut ainsi envisager de concevoir et installer des nouvelles cloisons, sous la forme de panneaux préfabriqués ou de réaliser la réhabilitation de bâtiments avec amélioration de l'isolation acoustique, ceci par simple ajout de matériaux granulaires à l'intérieur de doubles cloisons existantes, ou encore de réaliser un cloisonnement acoustique de bureaux paysagés, sans constituer des séparations totales.

Dans ce secteur, d'une façon générale, le gain de masse résultant d'un choix ciblé des matériaux granulaires utilisés n'est pas d'un intérêt considérable, et l'on peut éventuellement utiliser un matériau plus dense que les exemples précédemment indiqués, le choix d'un matériau granulaire économique étant par contre à privilégier. Dans le cas de la réhabilitation, le remplissage de doubles cloisons existantes permet d'améliorer de façon simple et peu coûteuse l'isolation acoustique des bâtiments existants.

Un autre domaine d'application de l'invention est celui des transports et plus particulièrement le secteur des véhicules, que ceux-ci soient terrestres (domaine des véhicules automobiles et ferroviaires), ou qu'il s'agisse de véhicules pour transport aérien ou maritime.

En effet, dans le secteur des transports, l'acoustique est actuellement un critère prépondérant pour le confort des passagers. De plus, la réduction des masses est devenue un objectif fondamental, pour des raisons de limitation de la consommation d'énergie et des rejets atmosphériques. C'est pourquoi la structure de double paroi avec isolation acoustique et de masse réduite, proposée par la présente invention, peut avoir de multiples applications dans ce secteur, et toutes les cavités participant à la transmission du son pourront être remplies par des matériaux granulaires légers, tels que préconisés. Par exemple, ces matériaux pourront prendre place à l'intérieur de portières de véhicules automobiles, de tabliers, de cloisons en contact avec l'extérieur, etc...

En particulier, dans le secteur de l'automobile, certains bruits caractéristiques se situent à une fréquence de 250 Hz, et la mise en œuvre de l'invention devrait ici permettre un gain de 10 dB à cette fréquence, dans l'habitacle d'un véhicule.

Dans le domaine de l'aéronautique, où l'acoustique laisse encore grandement à désirer et où le gain de masse est une exigence évidente, il suffit d'injecter les matériaux granulaires légers dans les cloisons existantes des aéronefs

pour en améliorer l'isolation acoustique. Pour toute opération de maintenance, fréquente dans ce domaine, il suffit d'aspirer lesdits matériaux, ou de les retirer directement si ces matériaux sont conditionnés à l'intérieur de films plastiques souples.

Comme il va de soi, et comme il ressort de ce qui précède, l'invention ne se limite pas aux seuls modes d'exécution et aux seules utilisations de cette structure de double paroi mince avec isolation acoustique qui ont été décrites ci-dessus, à titre d'exemples ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes de réalisation et d'application respectant le même principe.

En particulier, l'on ne s'éloignerait pas du cadre de l'invention :

9 en utilisant des matériaux granulaires de toute nature chimique, et présentant toutes formes et dimensions, par exemple des billes de verre creuses, éventuellement en mélangeant des grains de grosseurs différentes ;

10 en disposant ces matériaux dans des doubles parois de toutes formes, non nécessairement d'épaisseur constante ;

11 en destinant ces doubles parois avec isolation acoustique à toutes utilisations nécessitant une insonorisation, par exemple dans le domaine industriel pour le capotage de machines.

REVENDEICATIONS

1- Structure de double paroi mince avec isolation acoustique, caractérisée en ce que dans la cavité (4), située entre les deux plaques (2, 3) de la double paroi, est placé un matériau granulaire léger, dont les grains (5) ne sont liés ni entre eux, ni auxdites plaques (2, 3).

2- Structure de double paroi selon la revendication 1, caractérisée en ce que le matériau granulaire léger (5) possède une masse volumique inférieure à 50 g/l, de préférence comprise entre 15 et 35 g/l.

3- Structure de double paroi selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le matériau granulaire léger (5) est constitué par une matière poreuse ou micro-poreuse.

4- Structure de double paroi selon la revendication 3, caractérisée en ce que le matériau granulaire léger est constitué de grains (5) en polystyrène expansé (PSE) ou en polypropylène expansé (PPE).

5- Structure de double paroi selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le matériau granulaire léger est constitué de grains creux, par exemple remplis d'air.

6- Structure de double paroi selon la revendication 5, caractérisée en ce que le matériau granulaire léger est constitué de billes de verre creuses.

7- Structure de double paroi selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le matériau granulaire léger est constitué par un mélange de grains (5) de grosseurs différentes.

8- Structure de double paroi selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que les grains (5) sont réalisés en matériau à bonnes propriétés de glissement, ou sont traités en surface de manière à améliorer leurs qualités de glissement.

9- Structure de double paroi selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le matériau en grains (5) est conditionné dans une enveloppe en film plastique souple, introduite dans la cavité (4) de la double paroi.

10- Structure de double paroi selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, utilisée comme cloison séparatrice avec isolation acoustique, dans le secteur du bâtiment et des constructions fixes.

11- Structure de double paroi selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, utilisée dans le secteur des transports pour l'insonorisation de véhicules, tels que des véhicules automobiles.

ABREGE

Structure de double paroi mince avec isolation acoustique

Dans la cavité (4), située entre les deux plaques (2, 3) de la double paroi, est placé un matériau granulaire léger, par exemple poreux, dont les grains (5) ne sont liés ni entre eux, ni aux plaques (2, 3). L'ajout d'un tel matériau granulaire améliore en particulier l'isolation acoustique de la double paroi aux basses fréquences, autour de la fréquence de respiration de cette double paroi.

Applications : cloisons séparatrices pour bâtiments, insonorisation des véhicules.

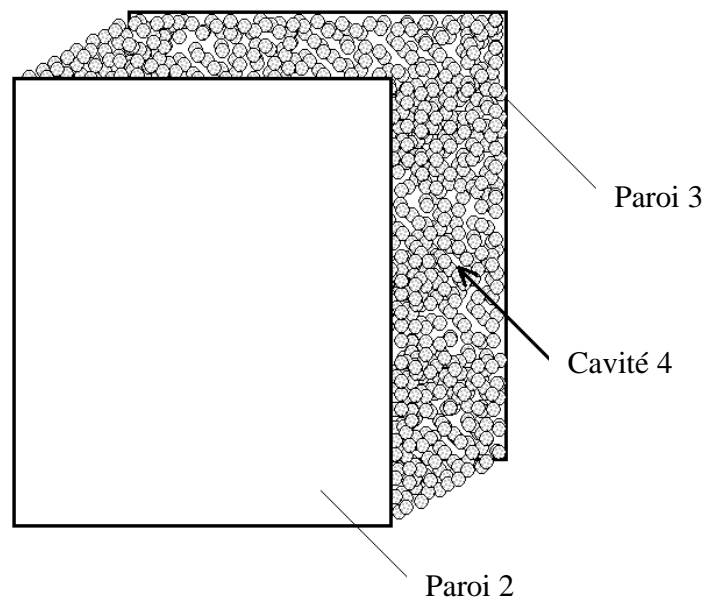


Figure 1

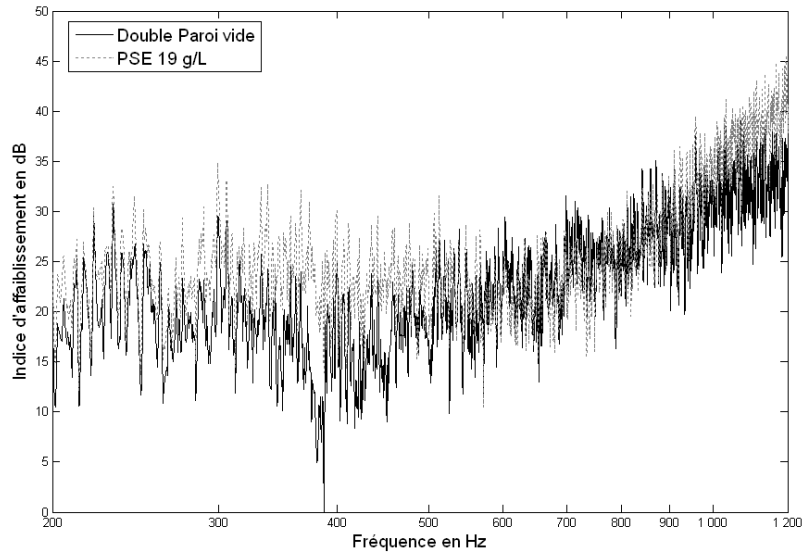


Figure 2

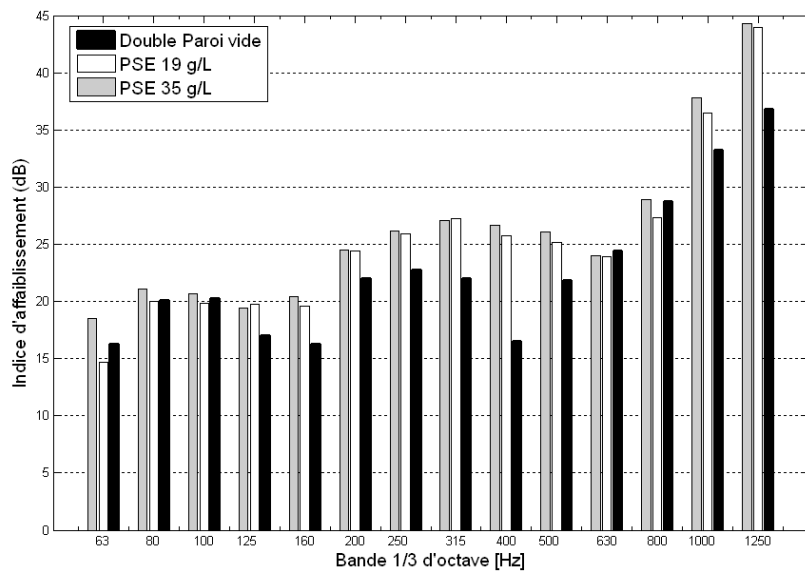


Figure 3

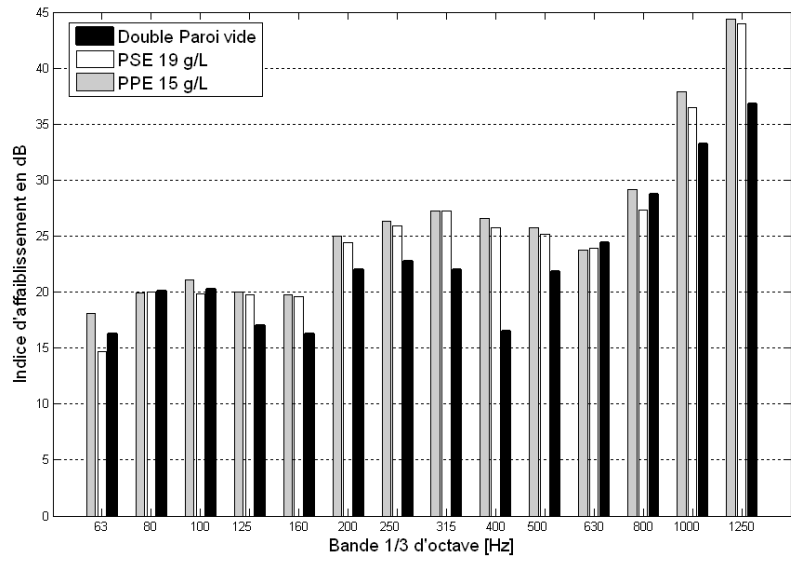


Figure 4

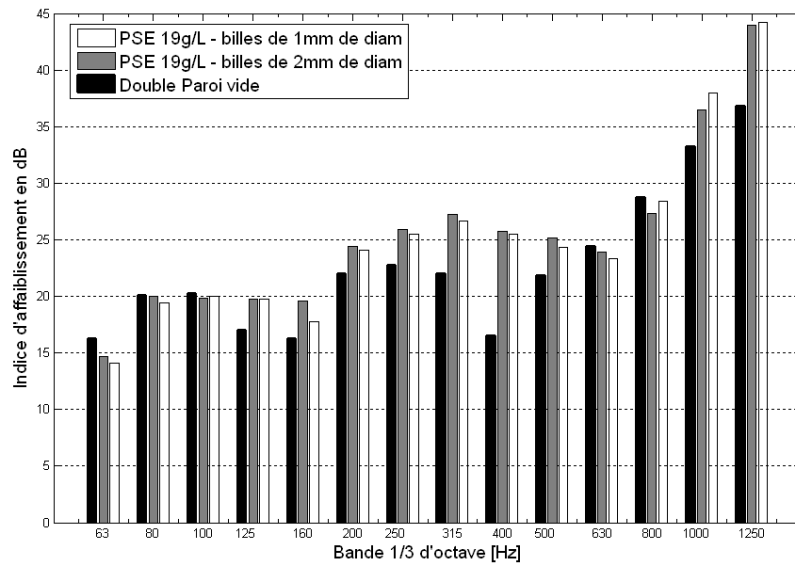


Figure 5