

Actes de la 49^e ÉCOLE URBAINE DE L'ARAU (19>25 mars 2018)

Le bruit de la ville

Conception architecturale et isolation des bâtiments

Jean-Philippe Lahaye, Enseignant responsable de l'unité Génie Construction à l'ECAM.

N.B. Le texte suivant est tiré de la retranscription d'une intervention qui a été enregistrée le 22 mars 2018 à l'occasion de la 4^e soirée de l'École urbaine.

Le son est constitué d'une variation de pressions. Quand je parle, mes cordes vocales sont en train de vibrer, il y a une différence de pression par rapport à la pression normale dans la salle. C'est une pression qui se mesure normalement en pascal (Pa). L'oreille peut détecter des variations de pression sur une plage assez importante. De vingt micropascal (μPa) à 100 Pa, soit une échelle allant de 1 à 1 million. Et une telle échelle n'est pas facile à utiliser pour les acousticiens. En plus, l'oreille ne réagit pas forcément de manière linéaire à la sensation sonore. Si on a un bruit qui est deux fois plus fort, mais de manière physique, on ne va pas le ressentir au niveau de notre oreille deux fois plus fort. Il faut une analyse sur une échelle logarithmique, c'est-à-dire qu'on va avoir besoin de dix fois plus d'intensité sonore, pour ressentir quelque chose deux fois plus fort. Nos acousticiens préfèrent travailler en décibel.

Le décibel est ce qu'on appelle un niveau de pression. Le seuil d'audibilité est de 20 μPa . On utilise le logarithme pour arriver à une échelle en décibels. En parlant, je produis une soixantaine de décibels. En dessous de 30dB, ce sont les environnements très calmes, une chambre à coucher par exemple. 40 à 50 décibels, c'est une conversation classique. Dans un auditoire c'est une septantaine de décibels. On monte dans les 90-100 dB pour la musique amplifiée. À 120dB, ça commence à faire mal à l'oreille.

Une autre notion très importante est la fréquence. Un bruit est composé de plusieurs sons à fréquences différentes. L'oreille peut entendre entre 20 et 20.000 hertz. En acoustique du bâtiment, on va réduire pour travailler de 100 à 5.000 hertz. En fonction de la source sonore, on ne va pas être dérangé de la même manière si on est dans les basses ou dans les hautes

fréquences. Dans l'acoustique du bâtiment, les matériaux classiques isolent assez rapidement de manière efficace dans les hautes fréquences. Les hautes fréquences, les petites longueurs d'onde, sont en effet de petites ondes que l'on peut facilement arrêter par des matériaux classiques (plaque de plâtre...) Dans les basses fréquences, les grandes longueurs d'onde, il s'agit de sons qui font vibrer assez fort les éléments et c'est plus compliqué à isoler. Les techniques ne sont pas les mêmes.

Comment représente-t-on un niveau sonore ? On place les différentes fréquences et les différents niveaux en décibels. On peut observer le résultat. On a un bruit qui est prédominant dans les basses fréquences et qui est plus faible dans les hautes fréquences. Typiquement, pour avoir le niveau global, soixante décibels, septante décibels, on somme tous les niveaux des différentes bandes de fréquences. On ne va pas les mesurer à chaque fréquence, mais plutôt les regrouper par bandes, et on va faire la somme de tous ces éléments pour obtenir le niveau total. Les décibels sont quelque chose de logarithmique, on a donc recours à des formules mathématiques. Les décibels ne s'additionnent pas de manière linéaire, ils s'additionnent de manière logarithmique. Donc $60\text{dB} + 60\text{dB}$, ça ne fait pas 120dB , mais bien 63dB . Quand l'intensité sonore est doublée, on a que trois décibels en plus. Si vous avez dix fois la même source sonore, ça fera $+10\text{dB}$.

Il y a également le phénomène de masquage : si on essaie de parler à 45dB à côté d'un haut-parleur à 70dB , personne ne va rien entendre. À partir d'un écart de plus de 10dB entre deux sources sonores, on n'entend plus la source la moins importante. C'est pour cela que, par exemple, dans un cabinet de médecin, il y a parfois la radio, premièrement pour faire patienter les gens, mais aussi pour donner un aspect confidentiel.

Ensuite entre en jeu notre impression sonore : à partir du moment où il y a 3dB de différence, on commence à ressentir la différence. Quand on a une différence de 10dB , on a l'impression que c'est deux fois plus fort (logarithmique). Pour que notre sensation soit deux fois plus forte, il faut plus de 10dB , soit dix fois plus d'énergie sonore.

Concernant les fréquences, notre oreille ne va pas être sensible de la même manière aux basses fréquences et aux hautes fréquences. On est moins gêné par les basses fréquences que par les hautes fréquences. C'est qu'on appelle les courbes isosoniques. Si à 1.000Hz , on entend 30dB , pour avoir la même sensation sonore à 100Hz , il faudra en développer environ 45 . On est beaucoup moins sensible aux basses fréquences. C'est de là que proviennent les petits « A » après le décibel (dB(A)). On a fait une pondération selon le filtre « A », c'est-à-dire qu'un sonomètre a mesuré une grandeur physique, l'intensité physique du son, et à cette mesure physique on a ajouté une correction. Dans les basses fréquences, l'oreille est moins gênée, on va donc diminuer virtuellement le niveau dans les basses fréquences et puis on va sommer les choses. Quand on est en décibel A, on tient moins compte des quantités de bruit dans les basses fréquences.

Dans le bâtiment, on a plusieurs types de bruits. Le premier, le plus classique, est le bruit aérien, c'est à dire, qu'on doit d'abord mettre l'air en vibration. C'est ce que fait la radio, la télé... la première chose qui entre en vibration c'est l'air, et puis, c'est l'air en vibration qui va

venir transmettre ses vibrations à la paroi, qui va elle-même la transmettre de l'autre côté, et qui va remettre en vibration l'air qui se trouve de l'autre côté de la paroi.

Les deuxièmes types de bruit sont les bruits de contact, c'est-à-dire, les chaises, les bruits de pas. On ne les entend pas forcément... c'est plutôt la personne à l'étage en dessous qui va les entendre. Le problème des bruits de contact, c'est que c'est de l'énergie qu'on injecte directement dans la structure et qu'elle se propage beaucoup plus rapidement et beaucoup plus loin qu'un bruit aérien. Les techniques pour contrer les bruits aériens ou les bruits de contacts sont différentes.

Les troisièmes types de bruit sont les bruits d'équipement, c'est en réalité un mix des deux, quand on tire sa chasse d'eau par exemple, quand vous ouvrez votre évier, votre groupe de ventilation ou que vous avez une chaudière, elle émet au départ, dans le local où elle se trouve, du bruit aérien, mais en même temps cet équipement est posé sur le sol ou est connecté à la structure via des conduits, et va donc produire des bruits de chocs, ou des bruits solidiens, qui va amener de l'énergie dans la structure directement.

Il n'y a pas de réglementation en vigueur en acoustique du bâtiment : on n'a pas de lois, ce sont des normes. La différence entre les deux est la suivante : une norme n'est pas obligatoire tant que vous n'avez pas un problème avec cette dernière... Ce ne sont que des recommandations, c'est ce qu'on appelle « les règles de l'art ». Pour bien construire, il faudrait suivre toutes ces normes... cependant, la norme est la règle surtout pour un bâtiment neuf. Par exemple, si on a un bâtiment neuf et qu'on entend le voisin à cause d'un défaut de conception, on peut aller en justice et les juges vont regarder comment on devait construire « normalement », c'est-à-dire, selon les normes. Mais ce n'est pas du tout une loi, il n'y a pas de pénalité si on ne la respecte pas directement. Ces normes existent selon les types de bâtiments. On va retrouver une norme relative aux habitations : maisons, maisons mitoyennes, immeubles à appartement... Une norme relative aux bâtiments scolaires, et puis une norme pour tous les autres bâtiments, c'est la norme de 1987. Une révision de la norme de 1987 est en cours d'écriture pour les immeubles de bureaux notamment. En Région de Bruxelles- Capitale, il y a l'arrêté du gouvernement de la Région sur les bruits de voisinage. Elle impose certains seuils au niveau des émergences. En cas de problèmes, vous pouvez déposer plainte à Bruxelles Environnement. L'objectif de ces normes est de définir les performances exigées pour obtenir un confort acoustique minimum dans les bâtiments, en tout ou en partie du logement, dont les parachèvements sont terminés. Une fois que le bâtiment est fini, il doit respecter ces différentes normes. Elles vont donner des critères sur les bruits aériens, le bruit de chocs, le bruit de façades, les installations et la réverbération, l'absorption. Ce qu'il y a de spécial avec cette norme, c'est qu'elle définit deux seuils : un confort acoustique normal et un confort acoustique supérieur. Le principe est que l'acoustique est très subjective. La sensibilité au bruit est différente d'une personne à l'autre, et au cours de la vie aussi. Si on vit en kot, et que le vendredi soir on a nos copains qui font la fête, *a priori* ça ne va pas trop nous déranger. Si on est en centre-ville, dans un immeuble avec des familles, les parents d'à côté dont les enfants vont se réveiller ne seront pas contents. À l'inverse, si on est au mois de juin en train de réviser nos cours et que le bébé d'à côté pleure, on ne va pas être content non plus. Le confort acoustique normal est censé satisfaire environ 70% des utilisateurs. Ce sont des critères que l'on peut avoir avec des matériaux assez faciles à mettre en œuvre. Ensuite, il y a le confort acoustique supérieur, ça, c'est pour viser 90% d'utilisateurs satisfaits. On n'arrivera jamais au 100%, car il y a toujours des gens qui sont très sensibles au bruit et cela demanderait des mises en œuvre trop complexes.

Concernant l'isolation au bruit aérien, il y a une différence entre absorption (réverbération) et isolation. Quand je suis en train de parler ici, je produis une onde sonore qui va venir frapper les différentes parois. Quand elle vient frapper la paroi, il y a plusieurs solutions. Premièrement, il y a une partie de cette onde qui va être réverbérée, c'est-à-dire qu'elle va rebondir sur la paroi pour revenir vers vous. Ensuite il y a une partie qui va être absorbée par la paroi, qui va être dissipée dans la paroi elle-même, et il y a une partie qui va passer à travers la paroi. Quand on va s'attarder sur ce qu'il se passe à l'intérieur du local dans lequel le son va être émis, on s'intéresse au confort acoustique de la salle. C'est ce qu'on appelle l'absorption ou la réverbération. À côté de cela, il y a l'intention de ne pas déranger les personnes de la salle ou de la maison d'à côté : c'est-à-dire, minimiser l'énergie qui va être transmise à travers la paroi, et c'est ce qu'on appelle l'isolation. Les matériaux et les systèmes pour améliorer, soit le confort à l'intérieur d'une salle, soit l'isolation, vont être complètement différents. Certaines techniques permettent d'améliorer la réverbération à l'intérieur d'un local pour que ce soit plus agréable. Si vous avez un *home cinema* et que vous êtes installé confortablement chez vous, c'est plus agréable ! En revanche, cela n'isole absolument pas et cela n'amènera pas d'amélioration sur l'isolation. Le problème est le suivant, dans les produits que l'on trouve dans le commerce, il y a deux types de panneaux pour isolation acoustique. Ce ne sont pas des isolants acoustiques, mais bien des absorbants acoustiques. Ça sert à absorber le son qu'il y a à l'intérieur du local. Il n'y a pas d'influence sur l'isolation du son que l'on pourrait avoir par rapport à notre voisin. Ou alors, il faudrait le placer chez le voisin. Ça n'améliorera donc pas l'isolation en tant que telle, mais le niveau de bruit généré par sa télé sera un peu moins élevé. Il y a aussi des éléments qui combinent les deux : c'est quand il y a des capotages autour de machines, on essaie de d'absorber le son et aussi d'isoler.

Quand on parle d'isolation, on s'attarde surtout sur l'énergie qui va être transmise. Il existe des indices pour déterminer la capacité d'une paroi à atténuer le bruit qui va être transmis, c'est ce qu'on appelle « R », l'indice d'affaiblissement acoustique. Il mesure de combien le bruit va être réduit entre ce que je produis et ce qu'une autre personne pourra entendre de l'autre côté de la paroi. Si on a une différence, un R de 20 dB, cela veut dire que votre paroi diminue l'intensité sonore d'un facteur 100, ce qui divise par cent le bruit entre ici et à côté. Un R de 40 dB, c'est 10.000 fois moins de bruit que ce que vous entendez à côté. Un R de 60 dB, c'est le bruit qui est divisé par un million. C'est le bruit qui diminue, mais non notre sensation sonore. Pour améliorer l'isolation, il y a deux grands principes en acoustique du bâtiment, lié à ce qu'on appelle la loi des masses. Cela signifie que plus une paroi est lourde mieux c'est au niveau acoustique. Si on augmente la masse par deux, on a une augmentation de l'isolation acoustique de 6 dB. Ce n'est pas une augmentation énorme, on va à peine voir la différence avec la situation antérieure. Le problème, avec cette loi des masses, c'est que si on veut atteindre des performances très importantes, on va devoir mettre des épaisseurs très importantes, et ce n'est pas possible d'un point de vue de place. Dans la construction, plus vous rajoutez des charges, plus elles vont devoir être supportées par tout le reste du bâtiment... On ne peut pas se permettre d'augmenter la masse de manière trop importante mais il vaut mieux quand même favoriser les matériaux lourds. Il y a également des phénomènes particuliers, comme la fréquence critique : chaque matériau a une fréquence à laquelle il aime bien se mettre en vibration pour rayonner du bruit. Typiquement, si je toque sur une surface, vous allez me dire que c'est du bois ou du plastique, du verre... C'est ce qu'on appelle sa fréquence critique, qui

permet de dire que ce matériau-là a cette fréquence-là, Il ne va pas bien isoler, parce qu'il va plutôt avoir tendance à se mettre en vibration à cette fréquence et à laisser passer le bruit à travers la paroi. En fonction des types de matériaux, les fréquences critiques ne se situent pas au même endroit. Si on a des éléments lourds, des blocs de béton, la fréquence critique est dans les basses fréquences, ce n'est donc pas grave, car on ne les entend pas bien et elles ne nous gênent pas beaucoup. Après il y a tous les panneaux souples type plaques de plâtre... Ceux-là résonnent dans les hautes fréquences. Ce n'est pas trop grave non plus, car généralement l'isolation est déjà importante aux hautes fréquences donc dans le cas d'une petite chute, on a déjà un niveau d'isolation de base assez élevé. Par contre pour tout ce qui est blocs légers, blocs de plâtres, béton cellulaire, on se retrouve avec une fréquence critique dans le spectre audible. C'est aussi le cas pour les vitrages. Cela crée une faiblesse dans le matériau à une certaine fréquence. Pour éviter cela, on privilégie les matériaux lourds et souples. Cependant, c'est compliqué à mettre en œuvre.

On va alors utiliser le deuxième principe, « masse-ressort-masse » : on va avoir une première masse, une deuxième masse et entre les deux un ressort. En général le ressort, c'est l'air ou un matériau différent. Le principe de ce procédé est qu'on va avoir une amélioration assez significative de l'isolation à partir d'une certaine fréquence. Dans les basses fréquences un système masse-ressort-masse ne va pas mieux isoler qu'une simple paroi massive. En effet, si je prends un ressort avec une première masse, qui serait ma main, une deuxième masse qui est l'autre objet près du ressort, si je suis dans les basses fréquences et que je bouge doucement, la deuxième masse bouge, elle suit le même mouvement. La vibration que je vais engendrer sur une partie de ma paroi, va finalement bouger de la même manière de l'autre côté. À un moment donné, on va avoir une chute de l'isolation à la fréquence de résonance. C'est le même principe que lorsqu'on pousse un enfant sur une balançoire. À un moment donné, je vais faire un petit mouvement, le son va attaquer la paroi et il va être amplifié de l'autre côté. Après la fréquence de résonance, si je vais de plus en plus vite, et donc aller dans les plus hautes fréquences, on pourra observer que la deuxième masse ne bouge quasiment plus. On aura donc une bien meilleure isolation.

Pour que ce principe de masse-ressort-masse soit efficace, il faudrait que la fréquence de résonance soit placée dans les très basses fréquences. Ça ne nous ennuerait pas au niveau de notre sensation sonore. Pour faire cela, il nous faut les parois les plus lourdes, les plus éloignées possibles l'une de l'autre. Le deuxième principe consiste à remplir le vide existant entre les deux masses avec un élément absorbant. En effet, si on laisse deux éléments avec du vide à l'intérieur, cela va produire ce qu'on appelle une « caisse de résonance ». C'est le même principe que la guitare, on fait vibrer les cordes puis on a une caisse de résonance à l'intérieur. Si vous mettez des éléments absorbants dans la guitare, vous pourrez gratter sur les cordes tant que vous voulez, vous n'allez pas entendre grand-chose. C'est le même procédé, on va essayer de remplir cette cavité avec un matériau absorbant, donc typiquement « laine de verre », « laine de roche » ou d'autres éléments plus naturels, mais toujours absorbants, à cellules ouvertes. Il faut surtout arriver à désolidariser un maximum de masse pour éviter qu'il y ait un contact entre les deux. Effectivement, moins il y aura de contact, meilleure sera l'isolation.

Il est possible de combiner l'isolation thermique et l'isolation acoustique à condition d'y réfléchir correctement. Contrairement à l'isolation thermique, en acoustique il n'y a pas de matériaux isolants. Il faut travailler sur ce que l'on appelle un système, c'est-à-dire que vous allez devoir mettre en œuvre plusieurs matériaux pour arriver au système masse-ressort-masse correct. Pour que les deux soient combinables, il faut utiliser comme isolant donc comme absorbant, des éléments à cellules ouvertes et alors ça fonctionnera. En acoustique, tous les éléments polystyrène, polyuréthane, etc. n'ont aucune valeur parce que ça n'absorbe rien, et donc ce n'est pas intéressant de venir mettre ça dans la cavité d'un système masse-ressort-masse. Il vaut mieux choisir des matériaux absorbants, souples, rugueux, à cellules ouvertes et favoriser un maximum l'assemblage en essayant de n'avoir aucune connexion entre les deux masses. C'est un des grands principes. Au plus vous découpez, au plus vous augmentez l'efficacité du système.

L'étanchéité est un élément important. En effet, il faut y faire attention de manière générale, mais également dans les éléments de construction. Par exemple, à l'ECAM, c'est un problème des nouveaux bâtiments : tous les murs intérieurs sont faits en blocs d'argex, de l'argile expansé. Ce sont des blocs poreux, qui peuvent être très efficaces d'un point de vue de l'absorption, c'est-à-dire que dans les auditoriums c'est agréable. Cependant tout s'entend à travers la paroi à cause de la nécessité d'enduire au minimum un des deux côtés du bloc pour l'isolation. Donc si vous avez des blocs non enduits, ils seront moins performants que ceux enduits d'une couche d'étanchéité.

Il faut également parler des transmissions par voie latérale : c'est-à-dire que si je suis en train de parler, je mets en vibrations la paroi qui se trouve derrière, ainsi que celles du sol, du plafond, et les deux parois latérales sur le côté. Et donc, s'il y a une pièce derrière, le son va passer par la séparation qu'on appelle la voie directe, ainsi que par le plafond et le plancher qui pourraient être continus, ou par les murs latéraux qui pourraient être soit continus soit connectés d'une manière ou d'une autre aux parois de la pièce d'à côté. Quand on veut améliorer les choses, il ne suffit pas de jouer sur la voie directe. Il va falloir jouer sur les murs latéraux, et il faut prendre en considération le rapport de masse. Si vous êtes confrontés à une grosse paroi de séparation, avec des petits murs latéraux, et que l'on améliore la paroi de séparation, le bruit traversera par les voies les plus faibles, c'est-à-dire les murs latéraux.

. Il existe aussi les transmissions parasites, ce sont par exemple relatives aux trous dans votre paroi, si vous mettez deux broquets de prises l'un en face de l'autre. La paroi est alors déforcée. L'isolement qu'on aura entre deux locaux ne sera pas juste la performance de la paroi de séparation mesurée en laboratoire : elle dépendra d'autres facteurs.

Les normes vous imposent des exigences sur l'isolement réel que vous allez obtenir sur le site et pas uniquement sur les éléments à mettre en place. On mesure le coefficient R, le coefficient acoustique, en laboratoire, là où tous les matériaux sont testés. Mais leurs performances seront moins bonnes sur site car il pourrait être mal mis en œuvre mais aussi à cause de ces fameuses transmissions latérales et d'autres facteurs à l'intérieur du bâtiment.

En résumé, il faut favoriser les matériaux lourds surtout pour les fréquences critiques. Mais aussi, le découplage des éléments, assurer l'étanchéité et essayer de combler le vide entre les

éléments de masse-ressort-masse avec un matériau absorbant. Il faut également faire attention à toutes les autres transmissions éventuelles des pertes que vous pourriez avoir.

Il y a des normes à respecter. Entre les appartements, elles sont de 54 à 58 dB d'isolation. Entre deux maisons mitoyennes, c'est 58 à 62 dB. Il y a aussi un critère pour l'intérieur de la maison par rapport à l'appréciation des occupants. Si on arrive à avoir un isolement de 52 dB par exemple, on entendra de l'autre côté avec un volume normal. Avec un isolement de 57 dB, on entendra plus faiblement les bruits émis de l'autre côté. En revanche, avec un isolement de 62 dB on n'entendra quasiment plus rien de l'autre côté de la paroi.

Au niveau des maisons mitoyennes, il faut en général éviter les parois de séparation massive monobloc. Il faudra plutôt essayer de découpler un maximum les éléments et éviter toutes les voies de transmission possibles, et éventuellement travailler sur les fondations. Concernant les rénovations, pour améliorer une paroi, on peut effectuer un doublage en rajoutant un élément sur la paroi existante. Il existe deux types de doublages, les doublages collés et les doublages sur ossatures indépendantes, les seconds étant plus efficaces que les premiers. On peut les trouver dans les commerces, c'est souvent des isolants sur lesquels on est venu pré-coller une plaque de plâtre. On peut les coller directement avec un plot de colle sur un mur. Il faut faire attention si on prend ce genre de matériaux, ils ne doivent pas être constitués avec un isolant rigide. Dans ce cas, ça ne fonctionnera pas niveau acoustique, car ce n'est pas un élément absorbant, la situation peut même être empirée. Le doublage thermique sur nos murs risque de dégrader la situation surtout dans les basses fréquences au niveau de l'isolation acoustique. Il faut donc soit prendre des doublages collés, dits souples. C'est-à-dire des fibres de bois ou de minéraux, des doublages collés rigides élastiques (PSE élastifié). Le principe est de venir coller ces éléments sur les parois pour améliorer la situation. Il faut désolidariser un maximum, en plaçant par exemple une bande de désolidarisation dans la partie inférieure. Ensuite on fait un joint d'étanchéité. Attention il faut faire un joint souple pour déconnecter le doublage avec les murs latéraux, sinon on risque de recréer un haut-parleur.

Pour avoir un système masse-ressort-masse, il faut avoir les masses les plus grands possibles. Généralement, on essaie d'avoir la deuxième masse, la plus grande possible, à l'intérieur avec un maximum de plaques. Cependant, dans les éléments préfabriqués on n'a généralement qu'une plaque. Ce que vous allez obtenir va dépendre de ce que vous avez comme mur à la base.

Concernant les doublages sur ossatures, on va venir recréer une ossature métallique à une certaine distance du mur. Il faut mettre un cadre pour pouvoir replacer des plaques de finition supplémentaires. Il faut une dizaine de centimètres d'épaisseur pour avoir quelque chose d'efficace acoustiquement. On va poser des bandes souples en dessous, et ensuite l'ossature métallique. Puis, on remplira la cavité avec de l'absorbant, et enfin, on va ajouter des plaques de plâtre supplémentaires. Enfin, on vient ajouter un joint souple pour la finition. On place toute cette ossature métallique devant le mur existant avec des rails au sol et au plafond pour ne pas justement les connecter directement à la paroi de laquelle on veut s'isoler. Généralement on pose des bandes souples de désolidarisation, c'est-à-dire qu'en dessous de ces rails métalliques on va mettre un élément désolidarisant pour éviter d'avoir un contact direct entre le sol et le plafond afin de ne pas faire passer le bruit via le plancher au plafond. Il

faut le remplir avec de l'absorbant souple. Si jamais on met un rail en bas et en haut, il va falloir les maintenir d'une manière horizontale. On peut alors venir mettre des éléments supplémentaires de support. Il existe un élément qui s'appelle antivibratiles X, un élément en caoutchouc qui permet de désolidariser les éléments. Il faut toujours garder un espace libre quand on met les plaques et le finir à l'aide un joint souple pour ne pas connecter les éléments, et finir avec un enduit pour l'étanchéité. L'isolation fonctionne pour les deux côtés, le plus efficace sera du côté de la source.

Pour les façades, il faut travailler sur le côté extérieur, le bruit du trafic a une composante dans les basses fréquences. On regarde les performances des éléments dans les basses fréquences. Les performances des éléments qu'on obtient d'après les fiches techniques sont des isolations avec des coefficients correcteurs dont le C_{tr} qui est le coefficient correcteur pour le bruit du trafic. Avec des éléments de façades, il faut déterminer quel est l'isolement par rapport au bruit de trafic et par conséquent par rapport aux basses fréquences. La norme impose des critères dont le but est d'imposer un niveau maximum respectable dans les locaux d'habitation. L'OMS prescrit pour une période de jour à l'intérieur maximum 34 dB et pour une période de nuit 29 dB. La norme de jour est difficile à respecter en appartement, car elle dépend du bruit à l'extérieur. L'exigence étant compliquée à mettre en œuvre, on impose alors une isolation minimale par rapport au bruit extérieur. Il faut un isolement qui soit plus grand que la différence entre le bruit à l'extérieur et 34 dB. Ces bruits sont déterminés sur base de valeurs de référence. En fonction du type de route, il y aura des valeurs de références classiques. Mais aussi selon la distance à laquelle l'appartement se trouve par rapport à la source de bruit. On diminue l'isolement avec des coefficients correcteurs et puis on regarde quelles sont les performances des éléments qu'il faut mettre en place.

Il y a plusieurs facteurs à prendre en compte pour isoler une façade, telle que la forme, les performances de chaque élément, ainsi que la forme de la pièce. La forme de la façade a une influence sur l'isolation : si c'est quelque chose de plat, il n'y a pas de corrections. En revanche, s'il y a des balcons ça va protéger ou pénaliser. En effet, le bas du balcon va faire réfléchir le bruit et re-renter dans l'habitation. En acoustique, c'est toujours sur l'élément le plus faible qu'il faut jouer en premier. C'est l'élément le plus faible qui conditionne l'isolement de votre façade. Pour les façades, ce ne sont pas les parois opaques (les murs) les plus problématiques. Ce sont surtout les vitrages et les fenêtres ainsi que les autres éléments, tels que les grilles de ventilation, qui peuvent poser des problèmes.

Au niveau des vitrages, plus on augmente la masse, plus la performance sera importante. Attention, il y a des fréquences critiques qui bougeront et qui sont embêtantes, car elles sont assez audibles au niveau du spectre sonore. Les vitrages feuilletés (comme sur les parebrises) sont intéressants, ce sont des feuilles entre les parois vitrées. Il y a des feuilletages spéciaux qui sont acoustiques. Un double vitrage, contrairement à l'isolation thermique, n'est pas forcément plus performant qu'un simple vitrage. Au contraire un simple vitrage de 4 mm va être plus performant qu'un double-vitrage thermique de 4 mm, 12mm d'air et de nouveau 4 mm de verre de l'autre côté. Cela est dû au système masse-ressort-masse (vitre-air-vitre). On a une chute importante de la performance dans les basses fréquences.

Quand on change ses châssis, afin d'obtenir une meilleure performance acoustique, il faut avoir des vitrages d'épaisseurs différentes, c'est-à-dire qu'il est préférable d'avoir deux verres

de part et d'autre d'épaisseurs différentes, pour éviter d'avoir un grand creux dans les performances. Ensuite, il faut essayer d'utiliser les vitrages feuilletés qui vont lisser tous les creux. Un triple vitrage, c'est bien niveau thermique, mais niveau acoustique ce n'est pas meilleur qu'un simple ou double vitrage. Attention, le châssis est également très important. Dès que vous voudrez monter dans les hautes performances, le châssis va être un point faible par rapport au vitrage. Par exemple, les châssis coulissants sont problématiques, car il y a moins de facilité au niveau de l'étanchéité.

Pour les toitures, c'est aussi le principe de masse-ressort-masse. Pour une toiture performante, il faut avoir deux grandes masses qui soient les plus espacées possibles. Elles doivent être de préférence remplies avec un matériau absorbant et le plus découplé possible. Si on remplit l'intérieur avec du plâtre et une plaque de bois, on n'obtiendra pas un bon résultat. En revanche, si on remplit avec de l'absorbant entre les chevrons avec deux fois plus de plaques de plâtre, on augmentera la performance. Si on en met à l'arrière du chevron, on augmente la distance entre les masses et on gagne un petit peu, et si vous arrivez à fixer vos finitions à l'intérieur de matières antivibratiles et à découpler un maximum les choses, vous augmenterez encore les performances. Pour le découplage des finitions intérieures, il existe plusieurs types de profilés. Les profilés qu'on appelle en « Z », une sorte de profilé ressort qu'on fixe pour placer les plaques dessus.

Concernant l'isolation aux bruits de chocs, on injecte directement l'énergie dans la structure, et il faut que cette énergie n'arrive pas dans la structure du bâtiment pour se propager partout. On agit alors à la source du bruit. Comme on a vu, les bruits de choc sont différents des bruits aériens. En effet, pour les bruits de choc on mesure le bruit qu'on entend en dessous, dans le local de réception. Lorsqu'on a des critères, on essaie d'avoir la valeur la plus petite possible, car on veut qu'un minimum passe à travers la paroi. Pour les bruits aériens, on cherche les valeurs les plus hautes possibles. Pour les bruits de chocs, il faut faire attention qu'ils ne se propagent pas partout dans le bâtiment. C'est de l'énergie qui est introduite directement dans les différentes voies latérales. On ne peut pas augmenter la masse du plancher, on utilise alors un autre système. On va essayer de désolidariser les choses au maximum et ainsi empêcher le bruit de rentrer. On place alors un revêtement au-dessus. Si on n'a pas accès (chez le voisin par exemple) on peut éventuellement avoir des solutions pour améliorer les choses au niveau du plafond. C'est cependant généralement moins efficace. La première solution, la plus traditionnelle, si on travaille avec des structures en béton, c'est ce que l'on appelle la chape flottante : on va dérouler, sur le revêtement de structure, des éléments anti-vibratiles (par exemple des rouleaux) et puis il faut refaire une chape sur cet élément anti-vibratile. On va déconnecter la surface sur laquelle on marche, et sur laquelle vous risquez de faire des bruits de choc avec la structure. Vous avez une sorte de cuvette pour essayer de garder le bruit à l'intérieur. En rénovation, c'est rare, car il y a plus de planchers en bois qu'en béton.

Il faut toujours bien faire attention, en acoustique, à ce qu'il ne subsiste aucun point de connexion au risque de mettre à néant tout ce qui a été fait. Il faut faire attention avec les carreleurs par exemple, car ils ont tendance à tout couper en venant carreler (il faut alors essayer non pas de reconnecter la plinthe, mais plutôt de la remettre avec une membrane de désolidarisation).

Concernant les planchers bois, il existe des systèmes préfabriqués pour mettre au sol. Ce sont des plaques fibre-ciment avec un matériau de désolidarisation, plus souple. Quand on le place, le matériau de désolidarisation va empêcher le bruit de passer. On peut faire ça sur plancher léger, car ce n'est pas très lourd. Si vous enlevez le plancher existant, il est possible de faire la désolidarisation au niveau des solives, c'est-à-dire venir placer des éléments de désolidarisation sur les solives pour ensuite remettre le plancher. Ce qui est intéressant dans ce travail, c'est que s'il y avait un vide, on obtiendra alors le système masse-ressort-masse. En revanche, si vous avez un plancher classique, avec les solives, ça ne fonctionne pas. Le remplir d'absorbant, ne provoquera pas une grande amélioration. Cela va juste supprimer l'effet caisse de résonance, mais l'énergie pour les bruits de choc passera toujours par les endroits les plus faibles, c'est-à-dire par les solives. Ce n'est intéressant de remplir le creux d'absorbant que si on a désolidarisé au moins un des deux côtés.

Par en dessous, on peut faire de faux plafonds. Cela fonctionne de la même façon que le doublage sur ossature. On va alors mettre des ossatures métalliques sur les murs latéraux, et des traverses intermédiaires et finir avec des plaques de plâtre. Et si vous devez refaire les suspentes intermédiaires parce que les longueurs sont trop importantes, il existe des systèmes d'accroches anti-vibratiles avec du caoutchouc pour séparer les éléments. C'est le même principe sur des planchers en bois, ce sont des systèmes d'accroche au niveau des solives. Même principe, il faut toujours essayer de désolidariser sur les côtés. Le mieux étant d'avoir toujours le moins de connexion possible. Le mieux est de ne plus avoir aucune connexion entre le plafond d'origine et le faux plafond.

Il faut faire attention à l'implantation des locaux pour regrouper les locaux qui génèrent du bruit. On favorisera deux salles de bains, l'une à côté de l'autre plutôt qu'à côté d'une chambre. Cela relève du travail de l'architecte. En ce qui concerne les appareils sanitaires, ils ne doivent pas être connectés sur des parois légères. En effet, si on ouvre un robinet et qu'il fait vibrer la paroi, le bruit va plus facilement se propager dans les autres pièces que s'ils étaient sur une paroi lourde. Pour les baignoires, il faut éviter de les poser au sol, mais privilégier un support sur caoutchouc. De même pour les tuyaux d'évacuation d'eau, il faut essayer de les attacher avec des éléments de désolidarisation et toujours essayer de les connecter aux parois les plus lourdes possibles, afin de ne pas risquer de créer un baffle. Si vous n'avez pas le choix, le mieux est de mettre un élément de désolidarisation, et le son sera amorti.