

Auteurs	: Christophe Meslet(plus d'infos) Equipe La main à la pâte(plus d'infos)
Résumé	: Par équipes de deux ou trois, les élèves imaginent des systèmes d'insonorisation pour réduire les bruits à l'intérieur et à l'extérieur d'un véhicule. Ils font des expériences pour tester les différents systèmes proposés. Ils se concertent au sein de chaque groupe pour élaborer une conclusion graphique et langagière. Ils présentent ensuite à l'ensemble de la classe les systèmes retenus et les expériences réalisées. Une synthèse à retenir est ensuite élaborée.
Objectif	: Cette séance fait partie du programme de sciences physiques et chimiques de seconde professionnelle à aborder dans toutes les filières professionnelles. Elle peut faire l'objet d'un Contrôle en Cours de Formation (CCF) en seconde ou en première professionnelle dans le cadre de l'obtention du diplôme intermédiaire (CAP ou BEP selon les filières professionnelles). Thème (B.O.) : Confort dans la maison et l'entreprise (CME) ; Module (B.O.) : Comment isoler une pièce du bruit ? (CME 3)

Matériel:

Matériel	: <ul style="list-style-type: none"> • Sonomètre, • Générateur Basse Fréquence (GBF), • Haut-parleur, • Fils de connexion, • Tubes en plastique, • Matériaux (polystyrène, liège, bois, plastique, coton...), • Boîtes en carton, • Pièces détachées d'un véhicule récupérées à l'atelier (optionnel)
----------	---

Copyright : Creative Commons France. Certains droits réservés.



Comment réduire les bruits à l'intérieur et à l'extérieur d'un véhicule ?

Prérequis (seconde pro)	<ul style="list-style-type: none"> • Être capable de mesurer le niveau d'intensité acoustique à l'aide d'un sonomètre. • Être capable de produire un son à l'aide d'un GBF et d'un haut-parleur.
Capacités	<ul style="list-style-type: none"> • Mesurer le niveau d'intensité acoustique à l'aide d'un sonomètre. • Produire un son de fréquence donnée à l'aide d'un Générateur Basse Fréquence (GBF) et d'un haut-parleur. • Comparer expérimentalement l'atténuation phonique obtenue avec différents matériaux ou un dispositif anti-bruit.
Connaissances	<ul style="list-style-type: none"> • Savoir qu'un son se caractérise par une fréquence, exprimée en hertz et un niveau d'intensité acoustique, exprimé en décibel. • Savoir qu'un signal sonore transporte de l'énergie mécanique. • Savoir que les isolants phoniques sont des matériaux qui absorbent une grande partie de l'énergie véhiculée par les signaux sonores.
Attitudes	<ul style="list-style-type: none"> • Curiosité, créativité, ouverture d'esprit. • Goût de rechercher et de raisonner. • Ouverture à la communication, au dialogue et au débat argumenté.
Modalités d'investigation	<ul style="list-style-type: none"> • Étude documentaire, expérimentation

Question initiale (15 minutes)

Le professeur invite les élèves à prendre connaissance de la problématique :

« Le Parlement Européen a voté le 2 avril 2014 une réglementation concernant les émissions sonores des véhicules neufs. Les limites sonores pour les véhicules neufs passeront de 74 dB actuellement à 68 dB à compter du 1er juillet 2016. Ce changement est considérable car une baisse de 3 dB correspond à une réduction de 50 % du bruit. Des limites sonores seront également introduites pour les véhicules anciens en 2020 et 2024.

Le responsable d'un garage souhaite proposer à ses clients des systèmes d'insonorisation à installer dans leur véhicule pour respecter la nouvelle réglementation européenne.

Votre mission : Proposer au responsable du garage des systèmes d'insonorisation efficaces pour réduire les bruits à l'intérieur et à l'extérieur des véhicules de ses clients. »

Le professeur demande à un élève volontaire de lire le texte de présentation à voix haute. Il s'assure auprès des élèves qu'il n'y a aucune difficulté de compréhension : que signifie « dB » ? « systèmes d'insonorisation » ? Il fait quelques rappels sur la mesure de la « force » d'un son (niveau d'intensité acoustique) : grandeur physique, unité, échelle logarithmique, appareil de mesure.

Le professeur demande aux élèves de former des équipes de deux ou trois. Chaque équipe désigne : un chef d'atelier qui est responsable du matériel, un secrétaire qui est responsable de la rédaction du compte-rendu de l'activité expérimentale, un commercial qui est responsable de la présentation à l'ensemble de la classe des solutions retenues et des expériences mises en œuvre. Le professeur est le responsable du garage.

Il précise les objectifs de l'activité expérimentale. Chaque équipe doit :

- proposer des systèmes d'insonorisation pour réduire les bruits à l'intérieur et à l'extérieur d'un véhicule ;
- proposer et mettre en œuvre des expériences pour tester les différents systèmes d'insonorisation proposés en respectant les rôles attribués à chaque membre de l'équipe ;
- rédiger un compte-rendu de l'activité expérimentale et des affiches à présenter à l'ensemble de la classe (support élève à compléter pendant la séance + affiches au format A3) ;
- présenter à l'ensemble de la classe les systèmes d'insonorisation retenus et les expériences mises en œuvre pour convaincre le responsable du garage de leur efficacité.

Proposer et réaliser un protocole expérimental permettant de valider ou non votre hypothèse (75 minutes)

Étape 1 : Identification des principales sources sonores (5 minutes)

Chaque équipe doit identifier les principales sources sonores émanant d'un véhicule.

Les réponses les plus couramment proposées par les élèves sont les suivantes : le moteur, le pot d'échappement, les pneumatiques, les freins, les enceintes reliées à l'autoradio.

Étape 2 : Proposition des systèmes d'insonorisation (10 minutes)

Chaque équipe est invitée à proposer des systèmes d'insonorisation pour réduire les bruits à l'intérieur et à l'extérieur d'un véhicule. Les élèves peuvent faire des recherches sur internet (utilisation d'ordinateurs ou de smartphones). Le professeur leur transmet par mail des bruits de moteur, de pneumatiques ou de freinage pour nourrir leur réflexion.

Les élèves proposent de changer le pot d'échappement, les pneumatiques ou les plaquettes de frein, d'utiliser des isolants phoniques pour isoler l'habitacle ou le moteur. Interrogés par le professeur sur la nature des isolants phoniques, quelques élèves proposent d'utiliser de la mousse ou du coton par analogie avec les studios d'enregistrement.

?

Étape 3 : Proposition des expériences (15 minutes)

Chaque équipe doit proposer des protocoles expérimentaux pour tester les systèmes d'insonorisation préalablement définis. Certains élèves ayant des difficultés à proposer des protocoles expérimentaux, le professeur leur présente le matériel à disposition :

- Sonomètres
- Générateurs Basse Fréquence (GBF)
- Haut-parleurs
- Fils de connexion pour relier un haut-parleur à un GBF ou à un smartphone
- Tubes en plastique

- Différents matériaux (polystyrène, liège, bois, plastique, coton...)
- Boîtes en carton
- Pièces détachées d'un véhicule récupérées à l'atelier (optionnel)



Les élèves doivent lister sur le compte-rendu de l'activité expérimentale le matériel qu'ils prévoient d'utiliser. Ils doivent ensuite schématiser et/ou décrire les principales étapes de leurs protocoles expérimentaux. Dans chaque équipe, ce travail est effectué par le secrétaire avec l'aide des autres membres de l'équipe. Quelques élèves rencontrent des difficultés à rédiger leurs protocoles expérimentaux. Le professeur leur demande de les présenter à l'oral et de lister a minima le matériel qu'ils prévoient d'utiliser. Ils pourront compléter le compte-rendu après avoir mis en œuvre les expériences.

Étape 4 : Mise en œuvre des expériences (30 minutes)

Chaque équipe doit mettre en œuvre les expériences pour tester les systèmes d'insonorisation proposés. Le chef d'atelier vient récupérer le matériel nécessaire. Tous les membres de l'équipe participent à la mise en œuvre des expériences.

Voici quelques exemples d'expériences mises en œuvre par les élèves :

1) Utilisation du tube en plastique pour tester différents matériaux :



2) Utilisation des boîtes de thé pour faire une maquette de véhicule (bloc moteur + habitacle) :

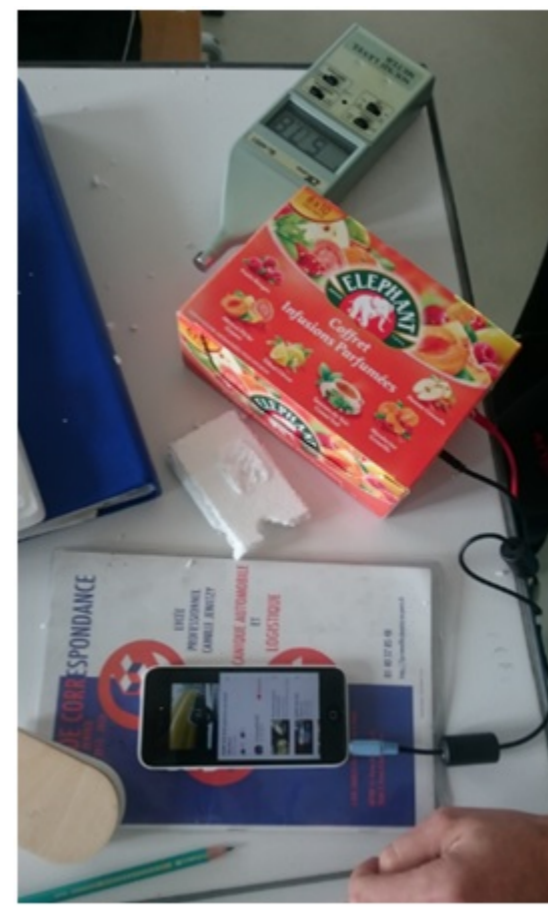
Une équipe réalise le protocole suivant :

- une petite boîte de thé contient un téléphone qui émet un bruit de moteur (simulation du bloc moteur) ;
- une autre boîte de thé, plus grande, est posée à côté et contient le sonomètre (simulation de l'habitacle) ;
- les élèves rajoutent dans la 1ère boîte du coton et dans la 2ème boîte de la mousse ;
- les élèves mesurent le niveau d'intensité acoustique dans la 2ème boîte à l'aide d'un sonomètre ;
- les élèves recommencent sans isolant, puis avec un isolant dans la 1ère boîte, puis avec un isolant dans la 2ème boîte.



Une autre équipe adopte le protocole suivant :

- les élèves placent un haut-parleur relié à un téléphone dans une boîte de thé (simulation du bloc moteur) ;
- les élèves entourent le haut-parleur de différents matériaux ;
- les élèves mesurent le niveau d'intensité acoustique à l'extérieur de la boîte à l'aide d'un sonomètre.



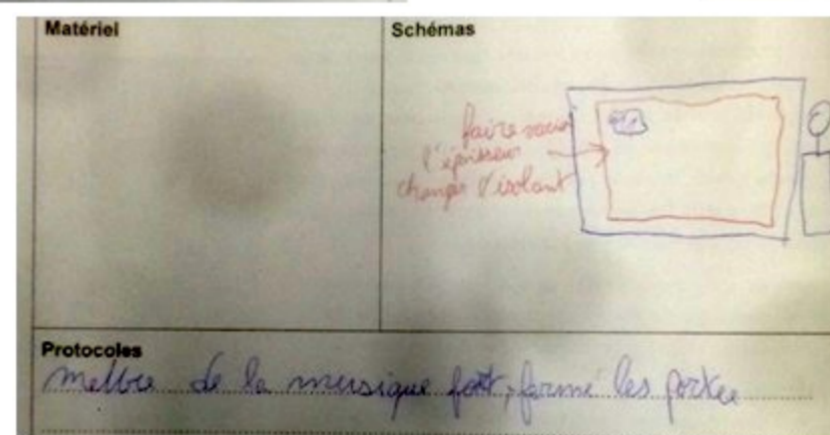
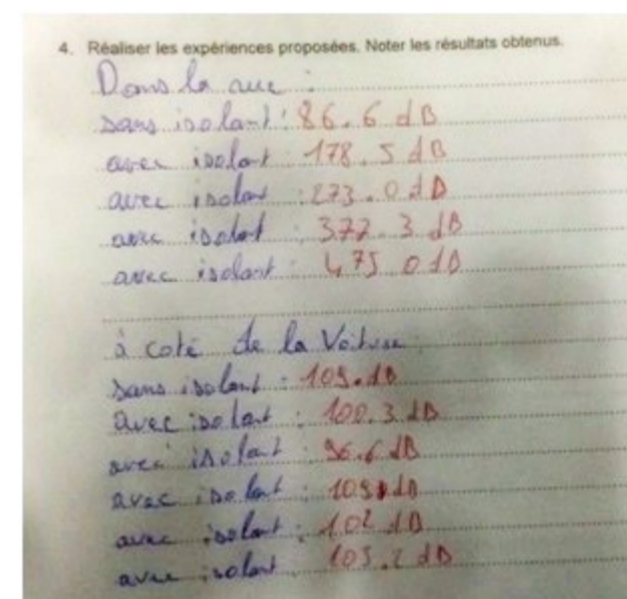
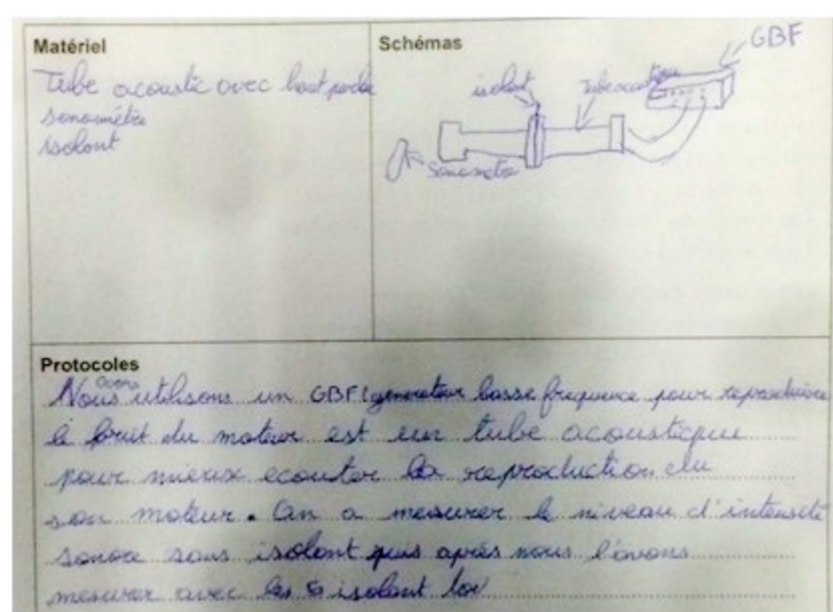
?

Étape 5 : Rédaction du compte-rendu et des affiches (15 minutes)

Chaque équipe doit rédiger pendant la séance :

- un compte-rendu de l'activité expérimentale ; il s'agit du support élève complété par le secrétaire avec l'aide des autres membres de l'équipe ;
- des affiches à présenter à l'ensemble de la classe ; ces affiches au format A3 sont réalisées par le commercial avec l'aide des autres membres de l'équipe.

Voici quelques exemples de compte-rendu de l'activité expérimentale :



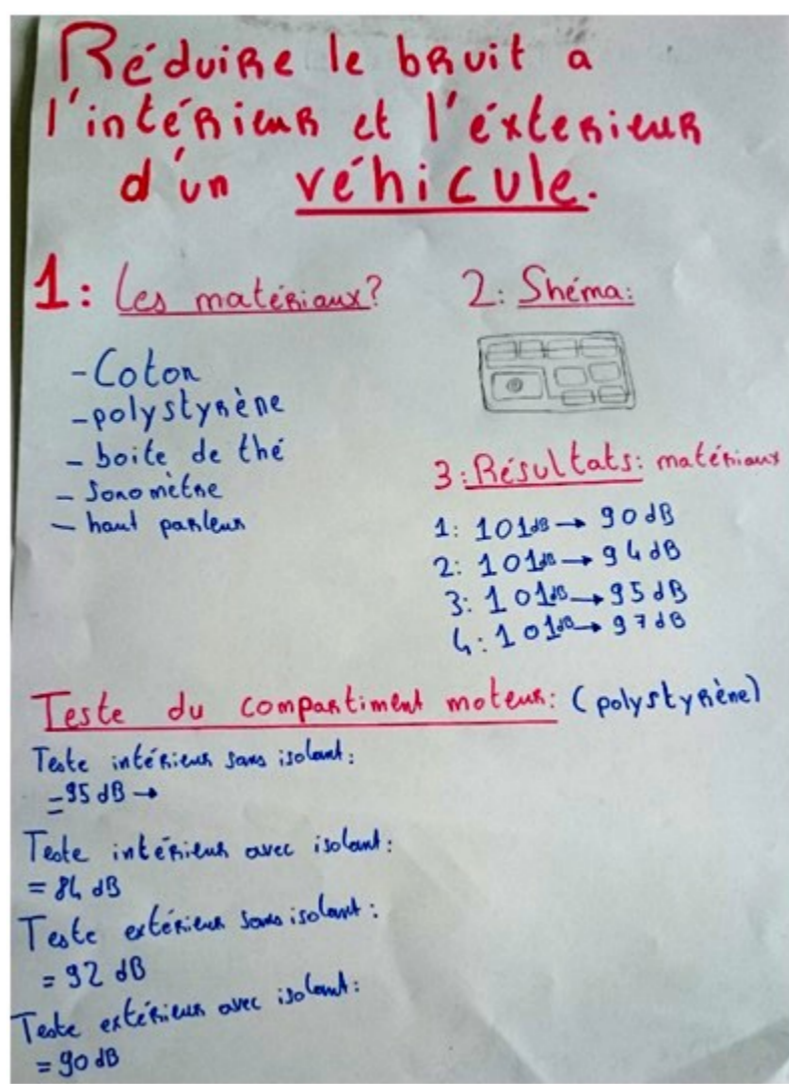
Mise en commun (20 minutes)

Chacune à leur tour, les équipes présentent à l'ensemble de la classe les systèmes d'insonorisation retenus et les expériences mises en œuvre pour convaincre le responsable du garage de leur efficacité. Le commercial présente les affiches réalisées avec le soutien des autres membres de l'équipe.

Voici quelques exemples d'affiches et d'échanges entre les élèves et le professeur :

1) 1ère équipe : affiche intitulée « Réduire le bruit à l'intérieur et l'extérieur d'un véhicule »

Les élèves présentent à la classe leurs expériences et les résultats obtenus.



Professeur : Qu'est-ce qu'un isolant phonique ? Un isolant phonique, c'est un matériau qui réduit le bruit, qui change notre perception du bruit.

Élèves : Les élèves concluent que le polystyrène et le coton sont les meilleurs isolants phoniques.

Professeur : Vous avez fait varier l'épaisseur de l'isolant phonique ?

Élèves : Non.

Professeur : Où avez-vous placé l'isolant phonique ?

Élèves : Autour du moteur.

Professeur : Et le sonomètre ?

Élèves : Dans le bloc moteur et à l'extérieur du bloc moteur.

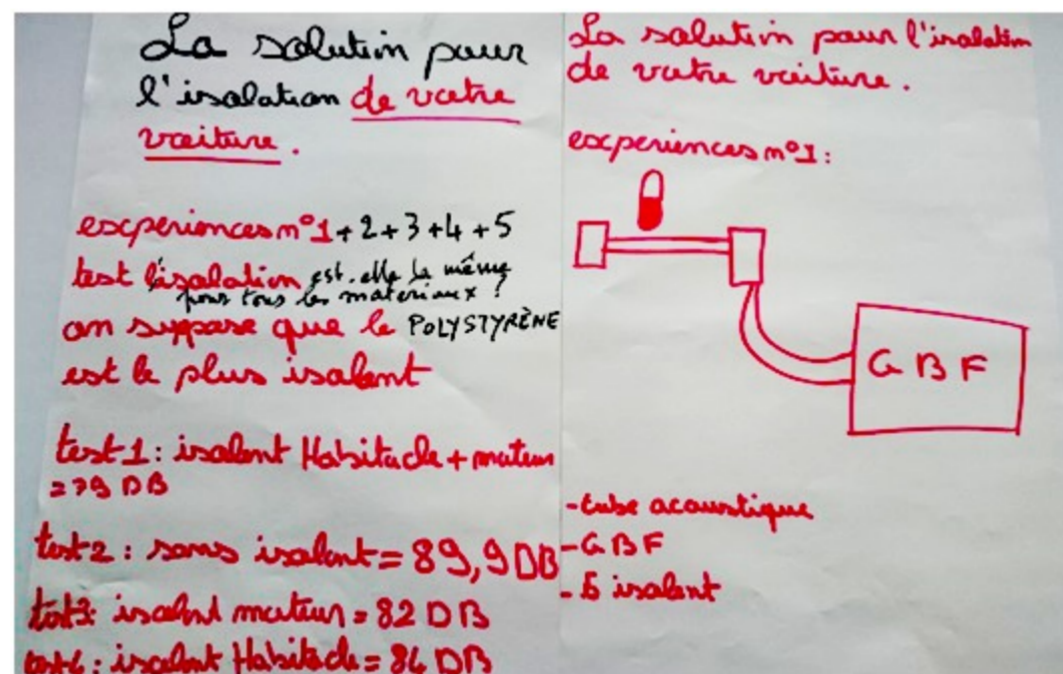
Professeur : L'atténuation phonique, c'est la différence entre le niveau d'intensité acoustique sans et avec isolant phonique.

Élèves : Les élèves calculent l'atténuation phonique des matériaux à partir des résultats obtenus.

?

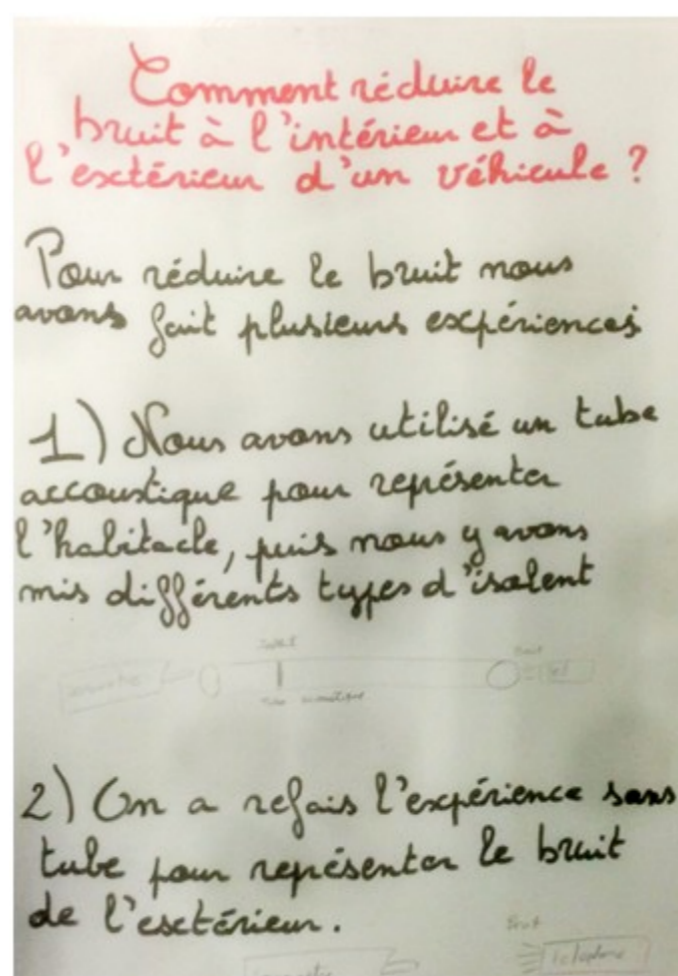
2) 2ème équipe : affiche intitulée « La solution pour l'isolation de votre voiture »

Les élèves présentent à la classe leurs expériences et les résultats obtenus.

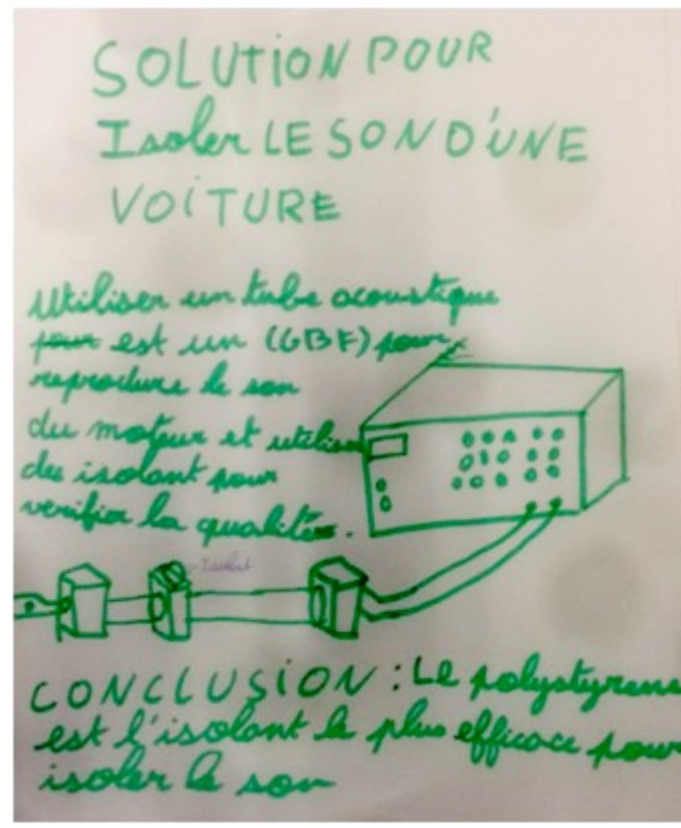


Avec l'aide du professeur, les élèves concluent ainsi : si on doit choisir entre isoler le moteur et l'habitacle, on doit isoler le moteur.

3) 3ème équipe : affiche intitulée « Comment réduire le bruit à l'intérieur et à l'extérieur d'un véhicule ? »

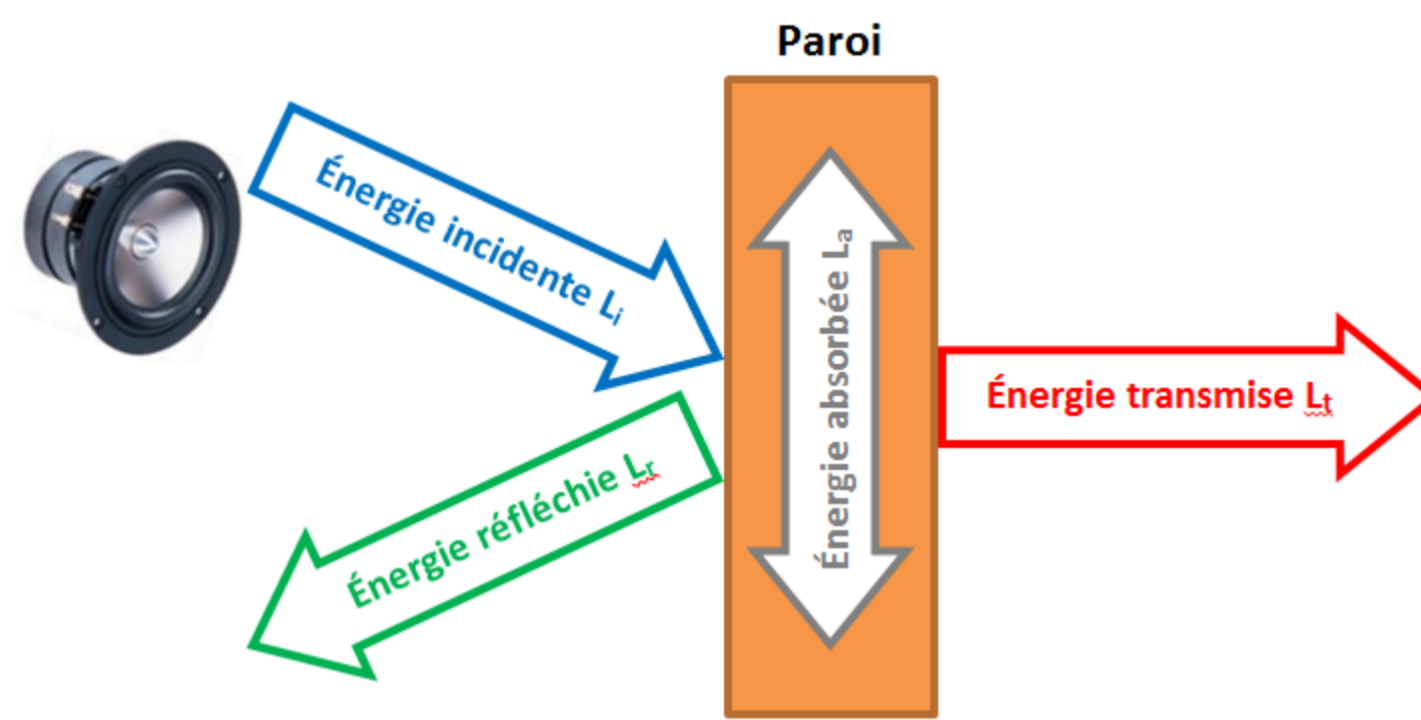


4) 4ème équipe : affiche intitulée « Solution pour isoler le son d'une voiture »



À retenir (10 minutes)

- Dans un milieu matériel, un signal sonore transporte de l'énergie mécanique liée aux vibrations de la matière.



- Les isolants phoniques sont des matériaux qui absorbent une grande partie de l'énergie mécanique véhiculée par les signaux sonores. L'énergie mécanique incidente sur la paroi (L_i) est en partie réfléchi sur la paroi (L_r), absorbée par la paroi (L_a) et transmise (L_t).
- La proportion des différentes énergies dépend de la nature de la paroi, c'est-à-dire des matériaux qui la constituent et de son épaisseur. L'atténuation phonique A , exprimée en décibels (dB), permet de quantifier l'efficacité d'un isolant phonique : $A = L_i - L_t$.

Exercices d'application (15 minutes)

Exercice 1 : Le meilleur isolant phonique

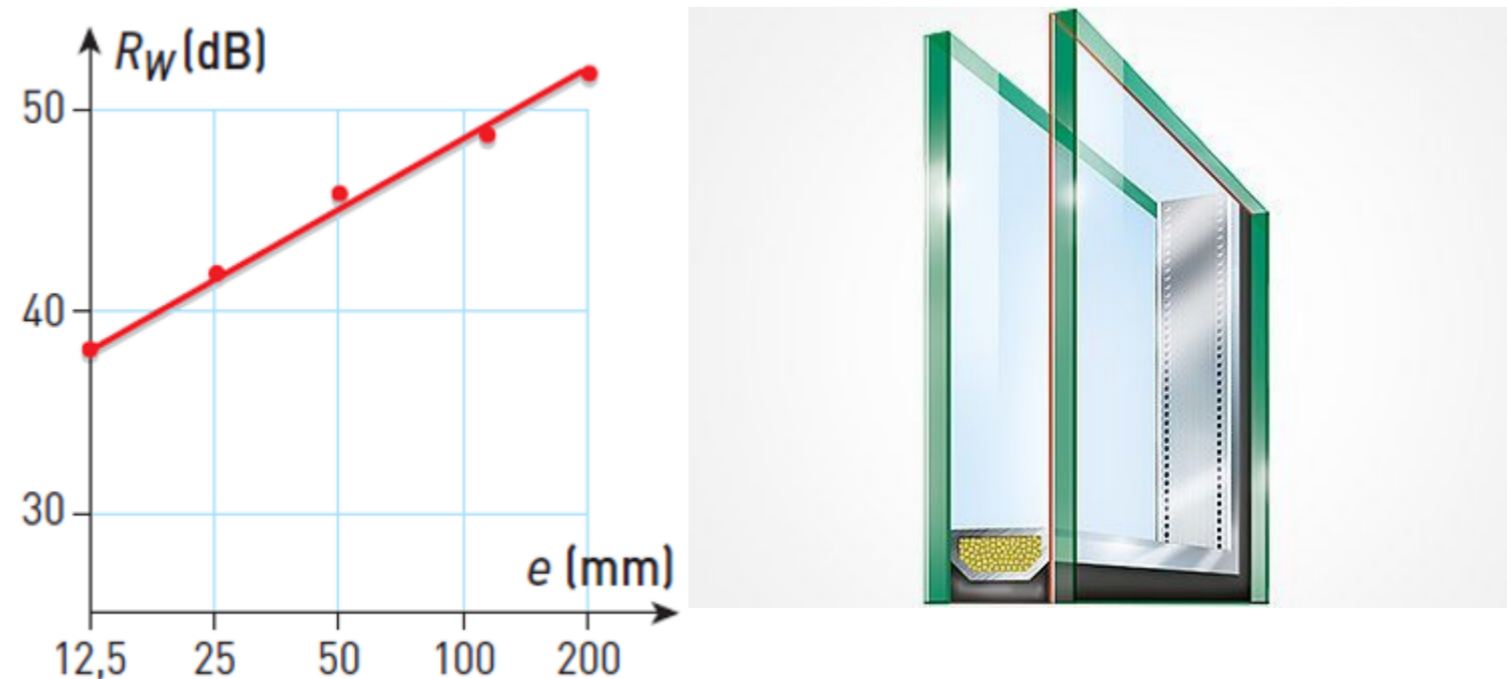
Plusieurs isolants phoniques sont testés à l'aide d'une source sonore et d'un sonomètre placés à 10 cm de chaque côté de l'isolant phonique. Le tableau suivant contient les niveaux d'intensité acoustique mesurés avec le sonomètre pour chaque isolant phonique :

Isolant phonique n°	1	2	3	4	5
Niveau d'intensité acoustique mesuré en dB	83	68	76	86	74

Quel est le meilleur isolant phonique ?

Exercice 2 : L'épaisseur d'air d'un double vitrage

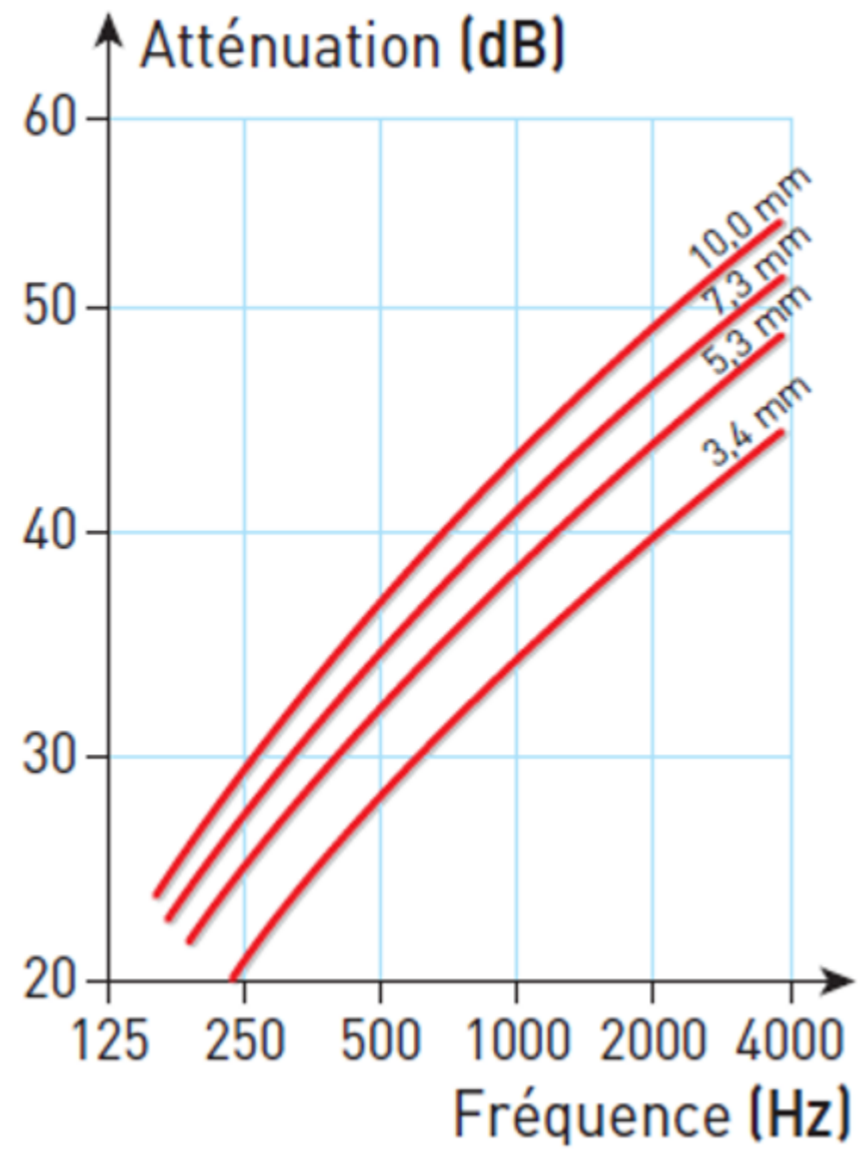
L'atténuation phonique d'un double vitrage est étudiée en faisant varier l'épaisseur d'air entre les vitres. La courbe suivante représente l'atténuation phonique A en fonction de l'épaisseur d'air e :



1. Quelle est l'atténuation phonique si l'épaisseur d'air est de 12,5 mm ?
2. Quelle est la variation de l'atténuation phonique si l'épaisseur d'air double ? Quadruple ?

Exercice 3 : L'épaisseur d'un vitrage

L'épaisseur d'un vitrage constitue un paramètre essentiel de l'isolation phonique d'une façade. Les courbes suivantes représentent l'atténuation phonique en fonction de la fréquence du son pour des vitrages de différentes épaisseurs :



1. Le verre isole-t-il mieux des sons graves ou des sons aigus ?
2. L'épaisseur du verre a-t-elle une influence sur l'atténuation phonique du vitrage ?
3. Quelle est l'atténuation phonique d'un son de fréquence 250 Hz obtenue avec un vitrage de 3,4 mm d'épaisseur ? De 10,0 mm d'épaisseur ?
4. Quelle est l'atténuation phonique d'un son de fréquence 2 000 Hz obtenue avec un vitrage de 3,4 mm d'épaisseur ? De 10,0 mm d'épaisseur ?
5. Quels sont les avantages et les inconvénients d'un vitrage de 10,0 mm d'épaisseur ?



Cette ressource pour la classe a été produite avec le soutien financier du Conseil Régional d'Ile de France.