

UNE EXPÉRIENCE D'ENSEIGNEMENT DE L'ACOUSTIQUE INDUSTRIELLE INTÉGRANT PÉDAGOGIE DE LA COOPÉRATION, PROJET DE SESSION ET LABORATOIRE INFORMATIQUE

Frédéric Laville

Département de génie mécanique, École de technologie supérieure,
1100 Notre-Dame Ouest, Montréal, Québec, Canada, H7N 4T2, frederic.laville@etsmtl.ca

1. INTRODUCTION

Les étudiants au baccalauréat en génie mécanique de l'École de technologie supérieure peuvent suivre un cours optionnel en acoustique industrielle. Depuis sa création, en 1994, trois approches non conventionnelles ont été utilisées conjointement dans ce cours et sont présentées successivement dans cet article :

1. Pédagogie de la coopération
2. Projet de session en équipe de réduction du bruit sur un petit appareil
3. Séances de travaux pratiques et examens en laboratoire informatique.

2. PÉDAGOGIE DE LA COOPÉRATION

La pédagogie de la coopération ou apprentissage coopératif en petits groupes est une méthode pédagogique où l'apprentissage de l'étudiant est basé sur ses interactions avec d'autres étudiants au sein de petits groupes auxquels diverses tâches de natures et durées variées sont données dans toutes les périodes en classe (cours, exercices dirigés, travaux pratiques, laboratoires, etc.). C'est une méthode qui a un fort potentiel d'amélioration de l'apprentissage, elle est bien documentée (les références les plus populaires sur le sujet sont les ouvrages des frères Johnson, [1] par exemple) et des formations sont offertes. Ce qui est présenté dans cet article est la mise en œuvre pratique de cette méthode dans le cadre d'un cours d'acoustique industrielle (une fois passées les premières difficultés de l'introduction d'une méthode non traditionnelle), ainsi que ses avantages et inconvénients constatés.

2.1 Mise en œuvre pratique

Formation des équipes.

L'approche retenue est de former des équipes pour la session. Idéalement, ce serait de former des équipes hétérogènes mais, pour faciliter la mise en œuvre avec des étudiants en fin de parcours académique et avec des habitudes d'apprentissage bien établies, le choix des coéquipiers est laissé libre avec une seule contrainte introduite récemment avec de plus grands cours-groupes : trouver des équipiers avec une plage de disponibilité commune pour les laboratoires-projet supervisés en dehors des horaires planifiés. Les équipes sont formées dès le premier cours. Le nombre est limité à 4 étudiants max (pour simplifier la gestion des travaux en équipe) et 3 étudiants minimum (pour assurer un minimum de variété dans les interactions au sein de l'équipe)

Organisation de l'espace

Un espace qui favorise le travail en équipe est important : idéalement des tables rondes seraient requises mais, pour que les salles de cours puissent aussi accueillir un

enseignement traditionnel, un compromis est l'utilisation de tables de deux étudiants qui peuvent être mises face à face ou côte à côte pour travailler à quatre. Un étiquetage avec un numéro d'équipe sert à la localisation des équipes pour les étudiants et pour l'enseignant.

Quelques principes de fonctionnement

Dans cette pédagogie, l'équipe a un double but : mener à bien la tâche commune et s'assurer de l'apprentissage de tous ses membres.

Les questions sont posées au sein de l'équipe et en dernier recours à l'enseignant. Ceci est justifié par le principe que l'étudiant qui n'a pas compris le concept présenté par l'enseignant bénéficiera d'une autre explication que celle de l'enseignant et que l'étudiant qui a compris va améliorer sa compréhension en expliquant à un autre.

Choix des activités

C'est la partie qui peut nécessiter le plus de préparation car le succès de l'approche dépend beaucoup de la pertinence des activités, leur intérêt et leur variété (nature et durée). Cependant, un bon point de départ est d'entrecouper une présentation magistrale classique par de nombreux exercices d'application de longueurs et natures variables et basés sur des données différentes et complémentaires entre chaque équipe. Exemple : chaque équipe a une bouteille d'eau vidée à une hauteur différente avant calcul et mesure de la fréquence du résonateur de Helmholtz.

Évaluation

Pour favoriser la collaboration et l'entraide dans l'apprentissage au lieu de la compétition, il est important d'utiliser une évaluation critériée et non pas normative et d'en informer les étudiants.

2.2 Avantages et inconvénients

L'avantage principal est la plus grande implication des étudiants dans leur apprentissage. Des différences dans les niveaux de participation ont été ressenties par l'enseignant entre une séance de cours contenant un temps assez long d'exposé magistral (les étudiants hésitaient à sortir leur calculatrice pour un exercice tant ils étaient dans le mode écoute et non action) et une séance de cours contenant beaucoup d'activités en équipe (implication importante des étudiants : ils ne pensaient plus à s'arrêter à l'heure de la pause tant ils étaient impliqués dans leur activité).

Un avantage pour l'enseignant est qu'il a une très bonne idée en temps réel de la capacité des étudiants à comprendre et mettre en œuvre ce qui leur est présenté et il peut intervenir rapidement si une notion n'est pas assimilée.

Un inconvénient est qu'à priori moins de matière est couverte et il faut donc bien centrer le cours sur les apprentissages fondamentaux.

3. PROJET DE SESSION

L'objectif donné aux étudiants est de démontrer la faisabilité de réduire le bruit d'un appareil par des modifications qui conduiront à un prototype plus silencieux. Le prototype sert à démontrer la faisabilité de la réduction de bruit et pourra donc être réalisé avec des matériaux/montages faciles à utiliser tout en sachant que l'appareil commercial pourrait être réalisé avec des matériaux/montages adaptés à la production en grande série. La fonctionnalité de l'appareil doit être conservée (durée de fonctionnement et performances mécaniques, par exemple 80 % du débit d'air pour un sèche-cheveux)

Les grandes étapes du projet sont (1) la définition d'un objectif de réduction du bruit, (2) le diagnostic des sources de bruit et des chemins de transmission par des méthodes variées (analyse fréquentielle, modification de l'appareil, montages spéciaux, variation des conditions de fonctionnement, encoffrement partiel, etc) et (3) la conception et l'essai de solutions potentielles pour aboutir à la réalisation de la solution finale et la vérification de son efficacité.

Le projet est réparti sur 5 séances de laboratoire de deux heures aux deux semaines. Il fait l'objet de deux rapports de laboratoire évalués indépendamment du rapport final : un premier rapport de mesure de puissance acoustique normalisée selon ISO 3744 et un deuxième rapport incluant un diagnostic fréquentiel avec planification des essais de diagnostic. Il se termine par une présentation orale avec démonstration des performances lors du dernier cours et d'un rapport final remis en fin de session.

La photo de la figure 1 a été prise lors de la présentation des projets, on voit un étudiant qui opère le prototype silencieux d'appareil de son équipe (un sèche-cheveux) pour la mesure acoustique affichée sur l'écran en bandes d'octave. L'organisation de la salle de classe est typique de celle de tous les cours de la session : les étudiants sont rassemblés en équipe de 4 (ou 3) sur deux tables côte à côte.

L'avantage de ce type de projet est certainement d'atteindre les objectifs supérieurs d'apprentissage dans la taxonomie de Bloom, soit le niveau 4 *analyse* (diagnostic des sources de bruit), le niveau 5 *synthèse* (conception et réalisation de solutions) et le niveau 6 *évaluation* (analyse critique des solutions).

Les exigences sont celles associées au travail en équipe. Comme en cours les équipes sont déjà formées, le projet ne nécessite pas de nouvelle formation d'équipes, il s'intègre donc très naturellement dans la pédagogie de la coopération. Comme il s'agit d'un travail à plus long terme que ce qui est fait en cours, il est demandé aux étudiants de faire un suivi plus formel du fonctionnement de l'équipe. Un des moyens utilisés dans le cadre de ce cours est de demander de remplir plusieurs fois dans la session un questionnaire incluant une réflexion sur ce qui a bien été et ce qui serait à améliorer et les contributions respectives de chacun des membres de l'équipe. Ce questionnaire constitue aussi un mécanisme qui permet de pondérer les notes des étudiants en fonction de leurs contributions.



Figure 1. Présentation des projets de session – mesure acoustique du prototype d'appareil silencieux avec affichage à l'écran des valeurs par bandes d'octave

4. TRAVAUX PRATIQUES ET EXAMENS EN LABORATOIRE INFORMATIQUE

Une autre caractéristique de ce cours est l'utilisation assez intensive d'un outil informatique pour le calcul des phénomènes acoustiques qui doit être fait en un grand nombre de points fréquentiels. L'environnement MATLAB™ conçu pour le calcul matriciel est utilisé parce que bien adapté mais aussi parce que c'est l'environnement de calcul utilisé dans d'autres cours en génie mécanique à l'ÉTS. Pour encourager la maîtrise et l'utilisation de cet outil, les mesures suivantes ont été prises :

- Tous les calculs utilisent le même outil sauf dans les cours car cet outil n'est pas disponible et une calculatrice symbolique est utilisée.
- Les travaux pratiques de deux heures aux deux semaines se font en laboratoire informatique.
- Les examens (de mi-session et final) se font en laboratoire informatique.

5. CONCLUSIONS

Les deux premières approches ont chacune leur mérite propre (l'apprentissage par petits groupes induit une participation active des étudiants et le projet de session leur permet d'atteindre les plus hauts objectifs d'apprentissage) et leur utilisation conjointe a le mérite d'assurer la continuité du travail en équipe dans l'ensemble des activités de formation. La troisième approche (utilisation intensive de l'outil informatique) a le mérite de permettre la résolution de problèmes plus avancés et plus proches de la réalité industrielle. Cependant la maîtrise de cet outil informatique pourrait être augmentée avec son utilisation en cours (quand chaque étudiant disposera d'un ordinateur portable), c'est la prochaine étape.

REFERENCES

David and Roger Johnson and Karl Smith (2006, 8th Edition). *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*