

Améliorer le fonctionnement d'une unité d'habitation

Rendre compatible l'isolation thermique et acoustique

Acquérir et enregistrer des données

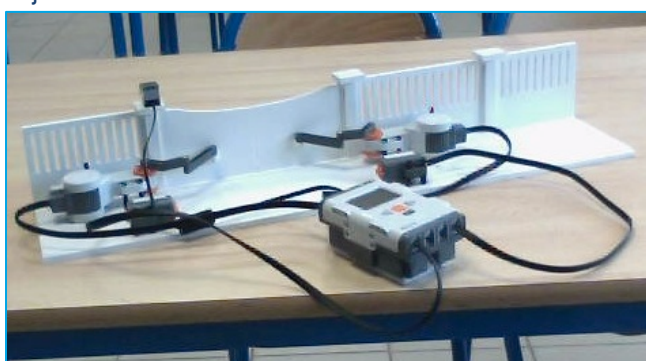
PAR FRANCK CLOT, PROFESSEUR DE TECHNOLOGIE, ACADEMIE DE GRENOBLE

Lorsque l'on pense au sentiment de bien-être dans un logement, les premiers éléments qui viennent à l'esprit sont le confort thermique et le confort acoustique. La chaleur, le froid ou le bruit ont un impact direct sur cette sensation de confort. On cherche souvent à améliorer le confort thermique d'un bâtiment, à réduire les pertes énergétiques mais sans tenir compte du confort acoustique. Or le choix du matériau peut permettre de concilier l'isolation thermique et l'isolation acoustique.

Dans le cadre d'une démarche d'investigation en 5^{ème}, il est possible d'amener les élèves à s'interroger sur les propriétés thermiques et acoustiques des matériaux. C'est l'objet de ces deux séquences au cours desquelles les élèves réalisent des essais à l'aide du pack Lego Mindstorms NXT.

Le pack Lego Mindstorms NXT

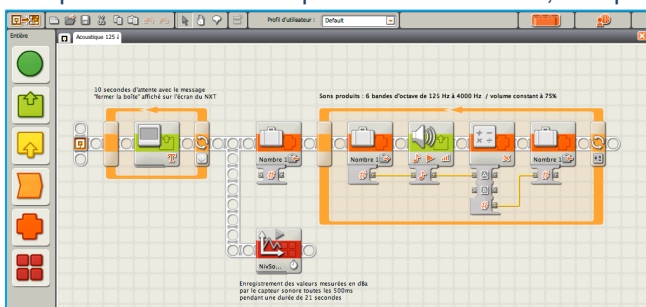
Ce support pédagogique principalement utilisé en robotique, est aussi mis en œuvre pour configurer des systèmes automatisés. La maquette de ce portail automatique, par exemple, a été réalisée à partir des travaux du groupe de formateurs de l'académie de Dijon.



Mais l'utilisation du pack Lego Mindstorms NXT ne se limite pas à ces deux applications. Utilisé comme enregistreur de données, le NXT devient un puissant outil mis à la disposition des élèves pour collecter des données, les restituer à un ordinateur et les interpréter de manière plus scientifique.

Programmer un enregistrement de données

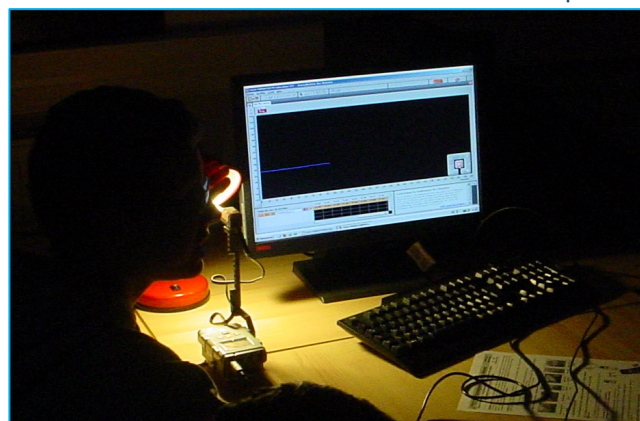
Le potentiel du NXT réside dans la possibilité de programmer l'acquisition des données en fonction des conditions de l'expérience ou de l'essai : lorsque le phénomène observé est très rapide ou très long, lorsque la valeur d'un capteur atteint un seuil, lorsque



le lieu est difficilement accessible ou éloigné, lorsque l'enregistrement est différé dans le temps ou réalisé sans intervention humaine, lorsque l'enregistrement est mobile, etc. On peut aller beaucoup plus loin qu'un simple enregistrement d'une série de données à un intervalle prédéfini. C'est cette liberté de programmation qui permet d'imaginer toutes sortes d'expérimentations avec nos élèves.

Interpréter les résultats obtenus

Comme la « boîte noire » d'un avion, le NXT est capable d'enregistrer simultanément et de manière autonome, plusieurs paramètres à l'aide d'une grande variété de capteurs (lumière, sons, température, etc.). Les données sont ensuite transmises en temps réel



(connexion filaire ou sans fil) ou stockées dans un fichier journal avant d'être analysées. Le logiciel LME/NXT génère automatiquement un graphique, cette représentation visuelle facilite la lecture et l'interprétation des résultats obtenus par les élèves.

Un matériel éducatif adapté à notre enseignement

La configuration d'expériences ou d'essais à l'aide du NXT est aussi l'occasion pour les élèves d'entrevoir la façon dont sont obtenues les données enregistrées : acquisition, traitement, restitution, mode de transmission. Une manière de découvrir la notion de

chaîne d'information que l'on aborde l'année suivante en 4^{ème}. Les possibilités d'utilisation du NXT sont nombreuses de la 6^{ème} à la 3^{ème} dans des contextes divers et variés : propriétés des matériaux, transmission du mouvement, conversion de l'énergie, isolation thermique et acoustique, éclairage et confort visuel, chauffe-eau solaire et confort thermique, analyse du fonctionnement d'un aspirateur autonome, réalisation collective de prototypes ou de maquettes. Le NXT offre donc un excellent retour sur investissement dans le cadre de l'enseignement de la Technologie au collège. Les séquences décrites ci-dessous sont des exemples de mise en œuvre.

L'isolation thermique

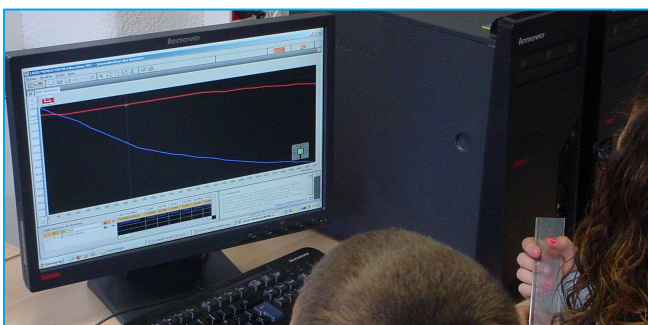
Dans la première séquence sur l'isolation thermique, l'enregistrement est différé et les données sont stockées dans la mémoire du NXT sous la forme d'un fichier journal. Les élèves récupèrent ensuite ces données pour comparer l'évolution de la température à l'intérieur d'une boîte témoin et de boîtes isolées.



Nul besoin de chauffer l'air contenu dans ces différentes boîtes : elles sont simplement placées à l'intérieur du laboratoire de technologie puis à l'extérieur pendant 30 minutes.



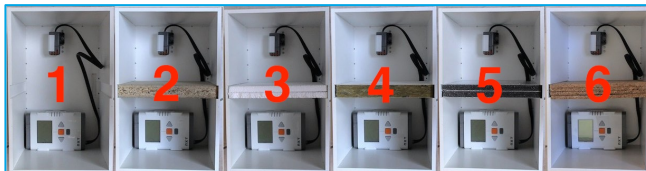
Chaque îlot s'occupe d'une boîte et les résultats obtenus sont ensuite partagés par les différentes équipes. Les élèves observent les variations de



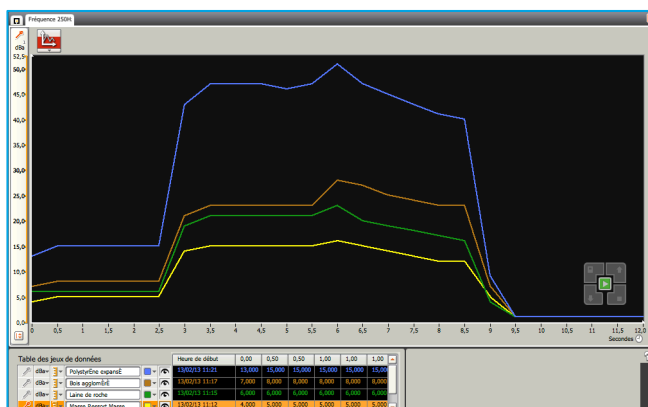
température après avoir téléchargé puis importé les différents fichiers journaux.

Les bruits aériens

Dans la deuxième séquence, les mesures sont effectuées directement sur les îlots. Une paroi est positionnée à l'intérieur de la boîte et le NXT est programmé pour émettre un son d'un côté de la paroi et enregistrer simultanément le niveau sonore de l'autre côté.



La transmission de l'énergie acoustique à travers la paroi est ensuite visualisée sur l'écran du poste de travail auquel le NXT est relié par un câble USB. Pour les parois simples, cette transmission dépend en partie de la fréquence du son et des propriétés acoustiques du matériau utilisé : sa masse et son élasticité. Pour les parois doubles, un système masse-ressort-masse peut également être testé par les élèves.

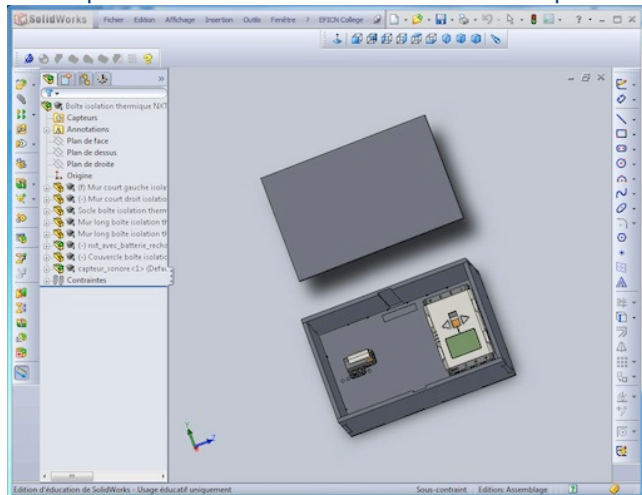


La réglementation des bâtiments prend en compte les fréquences de 100 à 5000 Hz pour l'analyse d'un bruit. Ces fréquences sont regroupées en 6 bandes d'octaves centrées sur 125, 250, 500, 1000, 2000 et 4000 Hz. Pour ces essais, le NXT produit seulement un son grave (250 Hz) ou un son aigu (4000 Hz) en faisant varier son intensité. Les résultats sont affichés en décibels pondérés A. Le dB(A) a l'avantage de fournir un niveau sonore physiologique tenant compte de la sensibilité de l'oreille humaine.

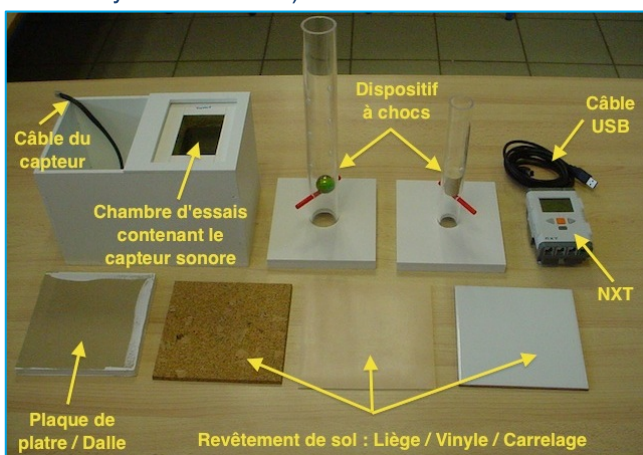
Les bruits d'impacts

Les bruits d'impacts proviennent dans la plupart des cas, du choc d'un objet sur un mur ou sur un plancher. Les vibrations se propagent le plus souvent dans la totalité de la structure du bâtiment. Pour atténuer la transmission de ces bruits « solidiens », deux solutions techniques peuvent être appliquées. Soit on amortit le choc à la source en équipant par exemple le sol d'un revêtement souple. Soit on crée une coupure sur le trajet de l'énergie due au choc, en réalisant par exemple une chape flottante ou un

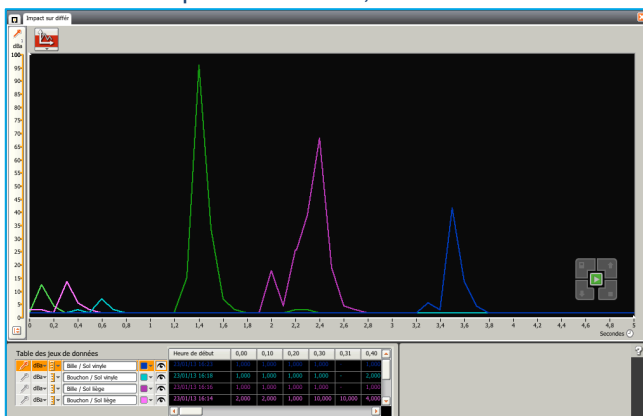
parquet flottant. La première de ces deux solutions est testée par les élèves dans la suite de cette séquence.



Toujours avec la même boîte conçue et usinée à l'aide du logiciel SolidWorks, les élèves peuvent mesurer le niveau sonore généré par l'impact d'une bille sur différents revêtements de sol (carrelage, liège et sol vinyle sur mousse).



La durée et la fréquence des mesures effectuées par le capteur sonore du NXT sont directement paramétrées dans le panneau de configuration du logiciel. Les élèves testent successivement les trois revêtements de sol et observent en temps réel sur l'écran de leur poste de travail, les résultats obtenus.



Conclusion

La démarche appliquée ici supprime les relevés et les saisies de valeurs pour privilégier l'observation et

l'interprétation des résultats obtenus. Les élèves visualisent la réduction des pertes énergétiques dans les boîtes isolées. Le stockage des calories dans la masse des matériaux, l'inertie thermique, apparaît avec le doublage en bois aggloméré. Ils mesurent également l'influence que peut avoir le choix d'un isolant thermique ou d'un revêtement de sol sur les qualités acoustiques d'un bâtiment.

La programmation du NXT apporte quant à elle une flexibilité pour l'enregistrement des données. Ces données peuvent être facilement partagées et analysées avec le transfert et la représentation visuelle des fichiers journaux. Enfin, l'utilisation du NXT permet une première approche de la notion de « chaîne d'informations » avec les élèves de 5^{ème}.

Bibliographie

- CERTU, Mémento technique du bâtiment. Le confort thermique, Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, Juillet 2003.
- ADEME, Guide ADEME, L'isolation thermique, Janvier 2012.
- EDF, Le guide des matériaux pour l'isolation thermique.
- AGEDEN, Propriétés et performances thermiques des matériaux, Avril 2008.
- CERTU, Mémento technique du bâtiment. Le confort acoustique, Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, Juillet 2003.
- SAINT-GOBAIN / Guide ISOVER, L'acoustique du bâtiment.
- CEBTP, Isolation acoustique des cloisons mobiles, démontables et amovibles, Janvier 1994.
- CIDB, Confort sonore des logements existants, principes d'amélioration, compatibilité avec l'isolation thermique, Août 2010.
- CSTB, Concilier efficacité énergétique et acoustique dans le bâtiment, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, Réf. Y09 12 0000494.
- HUEBER E. & URBAN J.P., Qu'attendre des LEGO « MindStorms » dans nos domaines d'enseignement ? IUT GEii, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Haute Alsace, Technologies & Formations n°146.
- CZARYSKI N., Guide de programmation NXT-G version 2.0, Mars 2011.
- FLOYD KELLY J., LEGO MINDSTORMS NXT-G Programming Guide, Technology in Action, June 2010.

Sitographie

- <http://www.ademe.fr>
- <http://www.toutsurlisolation.com/Isolation-thermique>
- <http://archi.climatic.free.fr/inertie.html>
- <http://www.bruit.fr/>
- <http://www.genie-acoustique.com/>
- <http://www.acophile.fr/>
- <http://www.sitedunxt.fr/>
- <http://technologie.ac-dijon.fr/spip.php?article400>
- <http://thenxtstep.blogspot.fr/>
- <http://www.teamhassenplug.org/NXT/>
- <http://www.nxtprograms.com/>
- <http://www.stemcentric.com/nxt-tutorial/>