



Énergie solaire passive, élèves actifs

Une maison devenue une « maison solaire passive » est utilisée dans l'enseignement des mathématiques et des sciences au primaire

par **Nelson Lebo**
traduit par Mélysa Fréchette

Il était une fois, dans un petit pays du bout du monde, un couple qui acheta une maison délabrée et la transforma en maison écologique en employant les principes de conception de bâtiments solaires passifs. Afin de partager leur passion avec les gens du coin, ils ouvrirent leur maison et y organisèrent des ateliers et des visites scolaires, et y donnèrent des présentations. Ils créèrent également un blogue, Eco-Thrifty Renovation¹, afin d'y partager leurs tribulations.

La rumeur de ce projet parcourut de longues distances, remontant le fleuve Whanganui et franchissant les sommets de la chaîne Parapara, pour atteindre des écoles rurales de Nouvelle-Zélande qui formaient un réseau coopératif, ou « groupement ». Des enseignants de trois écoles de ce groupement décidèrent que le

thème de leur dernière étape serait l'utilisation durable de l'énergie. Ils entrèrent donc en contact avec le couple pour organiser une *hui*, mot maori qui signifie réunion ou rassemblement, afin de discuter de la possibilité d'une collaboration.

À la *hui*, les enseignants ont décidé d'opter pour une approche pluridisciplinaire, intégrant les sciences, les mathématiques, l'anglais et les arts. De plus, l'isolement des écoles, éparpillées dans la sauvage campagne néo-zélandaise offrait autant de défis que de possibilités. Pour cette même raison, le couple ne serait pas en mesure de se rendre dans les différentes écoles. Cependant, il pourrait communiquer en ligne dans le cadre d'une unité d'apprentissage novatrice qui pourrait être diffusée dans le Parapara ainsi que dans le monde entier. De plus, les écoles rurales prenant part au projet comptaient de 5 à 25 élèves de tous âges, ce qui veut dire que les classes multiniveaux y étaient la norme. Par conséquent, les leçons allaient devoir être adaptées

¹ <http://ecothriftydoup.blogspot.ca>

aux différents âges et aux différentes habiletés. Le couple est donc retourné à la maison et a développé une série de leçons multidisciplinaires sur l'énergie, qui est devenue *The Little House That Could*² (TLHTC).

L'article qui suit décrit un certain nombre de leçons, pour les 10 semaines de l'étape, sur la conception de bâtiments solaires passifs, adaptées pour les élèves du primaire, soit de 5 à 12 ans, ainsi que la façon dont les approches holistiques en matière d'enseignement et d'apprentissage y ont été incorporées. Ces diverses leçons incluent des éléments en ligne, des activités pratiques, des exercices de mathématiques, d'écriture et de dessin ainsi qu'une sortie scolaire sur le terrain.

Une vue d'ensemble

L'unité TLHTC se déploie en trois étapes. La première étape est une série de leçons combinant les sciences et les mathématiques, qui éveillent l'intérêt des élèves quant aux éléments de base de la conception d'un bâtiment solaire passif : l'énergie solaire, la masse thermique et l'isolation. Chaque élément est présenté sous forme de billet à l'intention des enfants dans le blogue et est suivi d'une activité pratique dans le but de développer les habiletés en sciences et en mathématiques des élèves des classes multiniveaux. Les enseignants ont constaté que les plus vieux comprenaient le contenu des billets du blogue, alors que les plus jeunes aimaient regarder les photos qui y étaient associées. Pour les plus jeunes élèves, le seul fait d'apprendre que le soleil peut chauffer une maison est une leçon importante. Pour les plus vieux, apprendre comment ce chauffage fonctionne peut les éveiller à la conception écologique de bâtiments, tout en offrant un contexte pertinent pour le développement des aptitudes en sciences traditionnelles et en mathématiques.

L'étape suivante est composée d'une série d'exercices de mathématiques qui invitent les élèves à concevoir leur propre maison écologique en faisant des additions, des soustractions, des multiplications, des divisions, des fractions et le calcul de pourcentages. La leçon « Additionner les économies et soustraire les coûts » est rédigée à l'intention des enseignants afin qu'ils l'adaptent pour leur classe. Il ne s'agit pas d'un document à distribuer en classe, mais plutôt d'un document qui informera les enseignants quant aux différentes composantes d'une maison écologique afin qu'ils comprennent bien les principes de l'écoconception et sentent qu'ils maîtrisent le sujet avant de donner la leçon à leurs élèves. Il y a également un exercice de dessin de graphiques et un exercice d'écriture à la fin de la leçon ainsi que des questions de

révision en sciences tout au long de celle-ci. Les enseignants ont découvert que les élèves aimaient construire leur propre maison et que le fait de la dessiner était une belle « récompense » aux efforts investis dans l'exercice de mathématiques.

L'étape finale du programme d'enseignement est une excursion afin de visiter une maison solaire passive. Pour les élèves du groupement rural de Parapara, cette visite leur permet de voir de leurs propres yeux la maison qu'ils ont tant étudiée. Les enseignants intéressés par le programme d'enseignement TLHTC doivent organiser une visite d'une maison solaire passive dans leur région, et plusieurs propriétaires de maisons écologiques sont ravis d'ouvrir la leur à des élèves du coin. Les enseignants du Parapara ont découvert que la visite sur le terrain à la fin du programme représentait une source continue de motivation pour les élèves et que celle-ci aidait à répondre à certaines de leurs questions restées sans réponse au sujet des rénovations effectuées par les propriétaires. La visite a permis aux élèves d'explorer les lieux, sans compter qu'ils ont pu manger des pizzas et des saucisses cuites à l'énergie solaire!

Voici quelques activités pouvant être utilisées afin de favoriser l'écoapprentissage. Elles ont été conçues afin que les enseignants les adaptent aux élèves de différents âges et de différentes habiletés, mais visent plutôt les deuxième et troisième cycles du primaire. La morale de cette histoire est qu'il est possible de retenir l'attention des élèves avec des leçons sur le développement durable tout en favorisant l'acquisition d'habiletés en mathématiques, en sciences et en écriture, que les enseignants doivent enseigner de toute façon. Tout le « monde » y trouve son compte : les élèves, les enseignants et la planète!

Les leçons de la première étape : Les sciences et les mathématiques

Leçon : L'énergie solaire

Cette leçon comprend cinq mini-leçons ou activités parmi lesquelles les enseignants peuvent choisir, bien que la première activité, portant sur les angles et les mouvements du soleil, soit plus ou moins essentielle afin de susciter l'enthousiasme des élèves pour la grande sortie sur le terrain à la fin de l'étape.

Activité n°1 : Les mouvements du soleil

Pour les plus jeunes élèves, il s'agit d'un moyen simple de « découvrir » que le soleil « bouge » dans le ciel et aussi d'exercer leurs habiletés en calcul.

À l'école, trouvez un poteau qui projette une ombre. Utilisez de la craie pour dessiner une ligne sur

² Allusion au célèbre conte pour enfants *The Little Engine That Could* de Watty Piper

l'ombre, à un mètre de la base du poteau. Pour environ 20 à 40 minutes, faites d'autres activités et revenez voir où se trouve la ligne de craie dessinée par rapport à l'ombre. Prenez la mesure à un mètre de la base du poteau et faites une marque. Ensuite, prenez la mesure entre la première marque et la deuxième afin de calculer la distance parcourue par le soleil.

Pour les élèves plus âgés, vous pouvez expliquer que le soleil se déplace d'environ 15 degrés par heure, mais qu'en réalité, c'est la Terre qui tourne sur un axe. Donc, 15 degrés par heure multiplié par 24 heures égale 360 degrés ($15 \times 24 = 360$). De la même façon, les étoiles se déplacent de 15 degrés par heure.

(Voir le billet du blogue : « Sunrise, Sunset », <http://ecothriftydoup.blogspot.co.nz/2011/10/sunrise-sunset.html>)

Activité n°2 : Une maison chauffée par le soleil

(Cette activité est tirée du livre *Hot Water and Warm Homes from Sunlight* d'Alain Gould.)

Temps	Température de la maison A	Température de la maison B
0		
1		
2		
3		
Etc.		

Activité n°3 : Le chauffage solaire de l'eau

Placez trois ou quatre petites serviettes pliées dans une boîte en carton. Remplissez une bouteille en verre d'eau froide du robinet et prenez-en la température. Placez la bouteille dans la boîte et recouvrez-la avec du verre, du plexi-verre ou du plastique clair. Essayez de sceller tous les courants d'air et installez la boîte directement au soleil. Prenez la température toutes les heures pendant une journée scolaire complète. Réglez l'angle de la boîte de façon à ce qu'elle soit au soleil et modifiez sa position chaque heure afin de suivre les mouvements du soleil.

Prolongement de l'activité : Voir la leçon suivante sur la masse thermique.

Leçon : La masse thermique

Une maison solaire passive qui n'a pas assez de masse thermique à l'intérieur va surchauffer durant la journée et devenir froide durant la nuit. La masse thermique

Construction d'une maquette : Demandez aux élèves de découper et d'assembler leur maison³. Fixez, au moyen de

ruban adhésif, un plastique clair sur la fenêtre et assurez-vous que tous les joints sont scellés, mais laissez un petit trou afin d'y insérer un thermomètre.

Contrôle : Faites un contrôle comparatif de deux maisons identiques avec deux thermomètres identiques. Collez un morceau de papier sur la fenêtre d'une seule des deux maisons.

Placez un élève à l'extérieur, devant les maisons, afin de bloquer les rayons du soleil pendant que vous installez les maquettes et les thermomètres.

Prenez la température de chaque maison qui se trouve dans l'ombre de l'élève. Il s'agit du temps 0. Les températures devraient être les mêmes. Prenez la température de celle qui reçoit la lumière directe du soleil toutes les minutes pendant 10 minutes, et notez les données dans un tableau comme celui-ci.

Les élèves plus âgés peuvent classer les données dans des graphiques linéaires.

emmagasine l'excès de chaleur pendant le jour pour la relâcher pendant la nuit.

Activité : La prévention de la chaleur excessive et la conservation de celle-ci pour la nuit⁴

Consultez l'activité sur le chauffage solaire de l'eau dans la section précédente. Utilisez une boîte identique à celle de cette activité, mais sans y mettre de bouteille d'eau. Placez les deux boîtes au soleil durant trois heures. Prenez les températures après trois heures exactement puis déplacez les boîtes à l'ombre ou apportez-les dans la salle de classe. Prenez ensuite la température des boîtes toutes les 10 minutes pendant une heure. Écrivez les données dans un tableau comme celui-ci.

Les élèves plus âgés peuvent classer les données dans des graphiques linéaires.

³ Vous trouverez de l'information détaillée, dont des photos, vous indiquant la manière de fabriquer une maquette de maison solaire à partir d'une seule feuille 8 ½ x 11 ou avec du papier de format A4 à <http://greenteachers.com/model-solar-home>

⁴ Présenter cette activité avec le billet « Keep it Comfortable » du blogue de The Little House That Could : <http://ecothriftydoup.blogspot.co.nz/2011/10/keep-it-comfortable.html>

Temps	Température boîte A	Température boîte B
10		
20		
30		
Etc.		

Leçon : L'isolation

Activité : La conservation de la chaleur

Utilisez les deux mêmes boîtes que pour l'activité sur la masse thermique. Pour cette activité, recouvrez une boîte d'une serviette ou d'une couverture de laine et déposez l'autre boîte par-dessus. Remplissez deux bouteilles identiques (de plastique, de verre ou deux bouillottes) d'eau chaude et prenez les températures afin de vous assurer qu'elles sont exactement les mêmes. Placez une bouteille dans la boîte contenant la serviette ou la couverture et placez l'autre dans la boîte vide. Mettez une couverture de plus sur la boîte isolée. Il faudra faire un trou dans chaque boîte pour y insérer

un thermomètre; vous pouvez aussi utiliser des thermomètres numériques pour l'intérieur et l'extérieur (avec sonde extérieure sur un fil). Ensuite, prenez les températures des deux boîtes toutes les 10 minutes pendant une heure et inscrivez-les dans un tableau comme celui-ci.

Les élèves plus âgés peuvent classer les données dans des graphiques linéaires

(Voir le billet « Warm and Fuzzy » du blogue The Little House That Could à <http://ecothriftydoup.blogspot.co.nz/2011/11/warm-and-fuzzy.html>)

Temps	Température boîte A	Température boîte B
10		
20		
30		
Etc.		



Des élèves néo-zélandais ont le feu sacré en menant une expérience sur l'énergie solaire.

Les leçons de la deuxième étape : Les mathématiques, l'anglais et les arts.

Activité : Le principe « additionner les économies et soustraire les coûts »

Ce qui suit ne se veut pas un document à distribuer en classe, mais plutôt un document qui informera les enseignants quant aux différentes composantes d'une maison écologique afin qu'ils comprennent bien les principes de l'écoconception et sentent qu'ils maîtrisent le sujet avant de donner la leçon à leurs élèves. Ces activités ont pour but précis d'améliorer progressivement les compétences en calcul des élèves. Elles sont censées être suivies l'une de l'autre, mais les enseignants doivent se sentir libres de les utiliser aussi individuellement.

1. Quelle forme une maison solaire passive devrait-elle avoir et où devraient se trouver les fenêtres?

Dans des climats froids ou tempérés, la forme optimale d'une maison solaire passive, pour des hivers chauds et des étés frais, est un rectangle dont les côtés les plus longs font face au nord et au sud.

Les côtés longs doivent faire une fois et demie à deux fois plus que les côtés courts. Si une maison solaire passive mesure 10 mètres de largeur, quelle en serait la longueur?

Révision en sciences : Quel côté devrait avoir le plus de fenêtres? Pourquoi?

Lorsque l'on choisit l'emplacement des fenêtres, la plupart devraient se trouver du côté nord (face à l'équateur) et le moins possible du côté sud, si l'on vit dans l'hémisphère sud. L'est et l'ouest se situent entre les deux. Si l'on vit dans l'hémisphère nord, comme en Europe, au Canada ou aux États-Unis, la plupart des fenêtres devraient se trouver sur le côté sud (face à l'équateur).

L'exemple suivant tient pour acquis que vous vivez dans l'hémisphère sud de notre planète. Si vous vivez dans l'hémisphère nord, vous n'avez qu'à inverser le nord et le sud.

Le mur au nord peut être constitué de 25 % à 50 % de fenêtres; les murs à l'est et à l'ouest peuvent être constitués de 10 % à 25 % de fenêtres; et le mur au sud peut être constitué de 0 % à 10 % de fenêtres. Choisissez le pourcentage pour chaque mur selon le nombre de fenêtres que vous désirez avoir dans votre maison écologique. Encerchez ce nombre et utilisez-le pour les questions qui suivent.

Si les murs au nord et au sud font 20 mètres de long et 2,5 mètres de haut, combien de fenêtres chacun doit-il avoir?

Étape 1 : $20 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^2$

Étape 2 : Multipliez la réponse de l'étape 1 par le pourcentage de fenêtres choisi pour le mur au nord.

Étape 3 : Multipliez la réponse de l'étape 1 par le pourcentage de fenêtres choisi pour le mur au sud.

Si les murs à l'est et à l'ouest font 10 mètres de long et 2,5 mètres de haut, combien de fenêtres chacun doit-il avoir?

Étape 1 : $10 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^2$

Étape 2 : Multipliez la réponse de l'étape 1 par le pourcentage de fenêtres choisi pour le mur à l'est.

Étape 3 : Multipliez la réponse de l'étape 1 par le pourcentage de fenêtres choisi pour le mur à l'ouest.

2. Additionnez les quantités de fenêtres que vous devez acheter pour votre maison écologique. De combien de m^2 de verre aurez-vous besoin en tout?
 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^2$

Si les fenêtres coûtent 300 \$ le mètre carré, combien vous en coûtera-t-il pour la totalité de vos fenêtres?

3. Lorsque vous planifiez l'isolation, vous devriez isoler le plafond en premier. Comment calculerez-vous la quantité de matériaux isolants que vous aurez besoin d'acheter pour le plafond?

Suggestion : la dimension de la maison écologique est de 20 mètres de longueur et de 10 mètres de largeur.

4. Comment calculerez-vous la quantité de matériaux d'isolation que vous aurez besoin d'acheter pour le plancher?

Suggestion : voir le numéro 3.

5. De combien de matériaux d'isolation aurez-vous besoin pour les murs?

Premièrement, calculez la superficie totale de vos murs extérieurs.

$(20 \times 2,5) + (10 \times 2,5) + (20 \times 2,5) + (10 \times 2,5) = \underline{\hspace{2cm}}$

Ensuite, prenez ce chiffre et soustrayez la superficie totale des fenêtres.

Suggestion : voir le numéro 3.

6. Si les matériaux d'isolation coûtent 15 \$ le mètre carré, combien vous en coûtera-t-il pour l'isolation totale de la maison?

Révision en sciences : Quel est le but premier de l'isolation?

Les arts : Dessinez les quatre côtés de votre maison écologique. Assurez-vous d'avoir les bonnes mesures quant à la hauteur et à la largeur. Assurez-vous d'avoir la bonne quantité de verre pour les fenêtres. Où placerez-vous les fenêtres? Aurez-vous des portes-fenêtres ou des portes coulissantes? Ajoutez de la couleur à votre maison ainsi que des arbres et des fleurs.

7. Si votre maison écologique vous fait économiser 600 \$ par année en matière d'électricité et de chauffage, combien d'argent aurez-vous économisé après quatre ans? Combien de temps vous faudra-t-il afin d'économiser le même montant que ce que vous aurez investi dans l'isolation?

On nomme « Période de récupération » le temps nécessaire à la récupération des sommes que vous avez investies dans les matériaux d'isolation.

Écriture : Faites comme si vous veniez tout juste de construire votre maison écologique. Écrivez une lettre à votre tante et à votre oncle, qui vivent dans une autre ville, pour leur expliquer ce que vous aimez de votre nouvelle maison. Dites-leur ce que vous achèteriez avec tout l'argent que vous aurez économisé.

Prolongement en sciences : À part l'économie d'argent, quelle autre raison motiverait l'économie d'énergie?

Nelson Lebo est conseiller en éducation et en écoconception et vit à Whanganui, en Nouvelle-Zélande. Pour plus de photos et d'information à propos du programme The Little House That Could, visiter la page Facebook à l'adresse qui figure dans les notes⁵ ci-après.

Mélisa Fréchette est traductrice de l'anglais au français, diplômée de l'Université de Sherbrooke en 2014.

⁵ www.facebook.com/pages/The-Little-House-That-Could/205750306163061?fref=ts