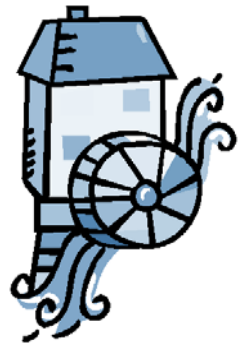




Conception de moulins à eau

Présenté par TryEngineering – www.tryengineering.org

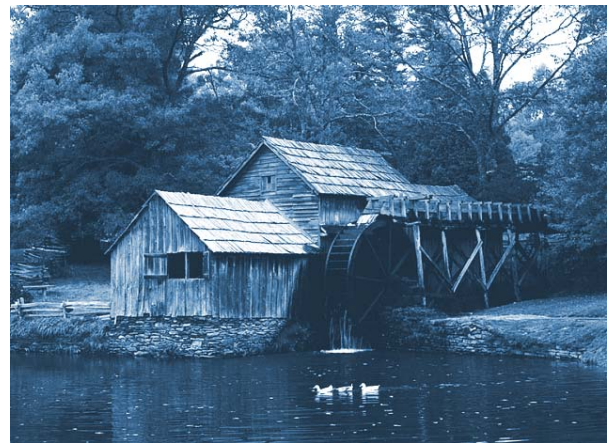


Objet de la leçon

Cette leçon explique comment les moulins à eau génèrent de l'électricité. En équipes, les élèves conçoivent et construisent, à l'aide de matériaux courants, un moulin à eau opérationnel qu'ils testeront dans un bac. Les moulins ainsi conçus doivent être capables de tourner pendant trois minutes d'affilée. En activité facultative, les élèves plus âgés peuvent mettre au point un système d'engrenages actionné par le moulin à eau. Les élèves évaluent ensuite l'efficacité de leur moulin et de ceux des autres équipes, avant de présenter leurs observations à la classe.

Sommaire de la leçon

La leçon « Conception de moulins à eau » explique comment les moulins à eau ont permis d'exploiter l'énergie hydraulique au fil des siècles. Les élèves travaillent en équipes d'« ingénieurs » pour concevoir et construire leur propre moulin à eau, à l'aide de matériaux d'usage courant. Ils testent leur moulin, évaluent leurs résultats, puis présentent leur concept à la classe.



Niveaux d'âge

8 à 18 ans.

Objectifs

- ✦ Etudier la conception technique.
- ✦ Etudier la planification et la construction.
- ✦ Apprendre le travail d'équipe et la résolution des problèmes en groupes.

Résultats escomptés à la fin de la leçon

Au terme de cette activité, les élèves devraient acquérir une compréhension des sujets suivants :

- ✦ l'ingénierie et la conception des structures
- ✦ la résolution des problèmes
- ✦ le travail d'équipe

Activités de la leçon

Les élèves étudient comment les moulins à eau sont utilisés depuis des siècles pour exploiter l'énergie hydraulique. Les élèves travaillent en équipes pour concevoir et construire leur propre moulin à eau à l'aide de matériaux d'usage courant, puis testent leur moulin, évaluent leurs résultats et ceux des autres équipes, avant de présenter leur concept à la classe.

Ressources/Matériaux

- ✦ Documents de ressource aux enseignants (en pièces jointes)
- ✦ Feuilles de travail des élèves (en pièces jointes)
- ✦ Fiches de ressource aux élèves (en pièces jointes)

Alignement sur les structures des programmes scolaires

Voir la fiche ci-jointe décrivant l'alignement des programmes scolaires.

Liens Internet (en anglais)

- ✦ TryEngineering (www.tryengineering.org) (en anglais)
- ✦ Découverte des roues hydrauliques (www.waterwheelfactory.com)
- ✦ Institut d'études géologiques des Etats-Unis : l'énergie hydroélectrique (<http://ga.water.usgs.gov/edu/hyhowworks.html>)
- ✦ Société pour la préservation des vieux moulins (www.spoom.org)
- ✦ Société molinologique internationale (www.molinology.org)
- ✦ ITEA Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology (www.iteaconnect.org/TAA)
- ✦ National Science Education Standards (www.nsta.org/standards)

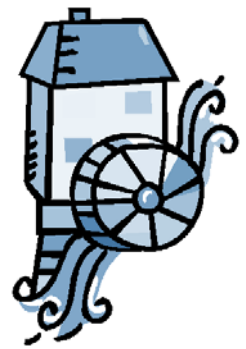
Lecture supplémentaire (en anglais)

- ✦ Cathedral, Forge and Waterwheel: Technology and Invention in the Middle Ages (ISBN: 0060925817)
- ✦ Windmills and Waterwheels Explained (ISBN: 1846740118)

Activité d'écriture facultative

- ✦ Rédigez une dissertation ou un paragraphe décrivant comment l'ingénierie a permis de réduire le travail humain à travers les siècles.

Conception de moulins à eau



Pour les enseignants : Alignement sur les structures des programmes scolaires

Remarque : Tous les plans de leçons de cette série sont alignés sur les normes nationales pour l'enseignement des sciences (National Science Education Standards), établies par le Conseil national de recherche des Etats-Unis (National Research Council) et approuvées par l'Association nationale des enseignants des sciences des Etats-Unis (National Science Teachers Association), et le cas échéant, sur les normes internationales d'enseignement de la technologie pour l'alphabétisation technologique (International Technology Education Association's Standards for Technological Literacy) ou sur les principes et normes en matière de mathématiques scolaires établis par le Conseil national américain des enseignants en mathématiques (National Council of Teachers of Mathematics' Principals and Standards for School Mathematics).

◆ Normes nationales pour l'enseignement des sciences de la maternelle au primaire (4 à 9 ans)

NORME DE CONTENU A : Enquête scientifique

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :

- ✦ Les aptitudes nécessaires pour réaliser des enquêtes scientifiques

NORME DE CONTENU B : Sciences physiques

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension de :

- ✦ La position et du mouvement des objets

NORME DE CONTENU E : Science et technologie

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :

- ✦ Des aptitudes de conception technologique

NORME DE CONTENU F : La science d'un point de vue personnel et social

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension de :

- ✦ La science et de la technologie dans les enjeux locaux

NORME DE CONTENU G : Histoire et nature de la science

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension de :

- ✦ La science en tant qu'aventure humaine

◆ Normes nationales pour l'enseignement des sciences de la CM2 à la quatrième (10 à 14 ans)

NORME DE CONTENU A : Enquête scientifique

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :

- ✦ Les aptitudes nécessaires pour réaliser des enquêtes scientifiques

NORME DE CONTENU B : Sciences physiques

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :

- ✦ Des mouvements et des forces
- ✦ Du transfert d'énergie

NORME DE CONTENU E : Science et technologie

Au terme des activités effectuées de la CM2 à la quatrième, tous les élèves devraient acquérir :

- ✦ Des aptitudes de conception technologique

NORME DE CONTENU F : La science d'un point de vue personnel et social

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension de :

- ✦ La science et de la technologie dans la société

Pour les enseignants : Alignement sur les structures des programmes scolaires (suite)

◆ Normes nationales pour l'enseignement des sciences de la troisième à la terminale (14 à 18 ans)

NORME DE CONTENU A : Enquête scientifique

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :

- ✦ Les aptitudes nécessaires pour réaliser des enquêtes scientifiques

NORME DE CONTENU B : Sciences physiques

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :

- ✦ Des mouvements et des forces
- ✦ Des interactions entre l'énergie et la matière

NORME DE CONTENU E : Science et technologie

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :

- ✦ Des aptitudes de conception technologique

NORME DE CONTENU F : La science d'un point de vue personnel et social

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :

- ✦ Des ressources naturelles
- ✦ De la science et de la technologie dans les enjeux locaux, nationaux et mondiaux

NORME DE CONTENU G : Histoire et nature de la science

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :

- ✦ Des perspectives historiques

◆ Normes pour l'alphabétisation technologique – Tous âges

La nature de la technologie

- ✦ Norme 2 : Les élèves acquerront une compréhension des concepts fondamentaux de la technologie.
- ✦ Norme 3 : Les élèves acquerront une compréhension des relations entre les technologies et des liens entre la technologie et d'autres champs d'étude.

Technologie et société

- ✦ Norme 4 : Les élèves acquerront une compréhension des effets culturels, sociaux, économiques et politiques de la technologie.
- ✦ Norme 5 : Les élèves acquerront une compréhension des effets de la technologie sur l'environnement.

Conception

- ✦ Norme 9 : Les élèves acquerront une compréhension de la conception technique.
- ✦ Norme 10 : Les élèves acquerront une compréhension du rôle de la recherche des défaillances, de la recherche et du développement, de l'invention et de l'innovation, et de l'expérimentation dans la résolution des problèmes.

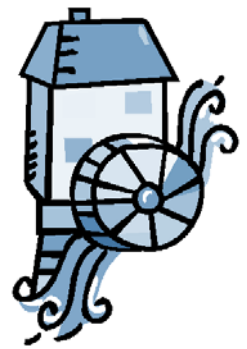
Aptitudes pour un monde technologique

- ✦ Norme 11 : Les élèves acquerront des aptitudes d'application du processus de conception.
- ✦ Norme 13 : Les élèves acquerront des aptitudes d'évaluation de l'impact des produits et systèmes.

Le monde, objet de conception

- ✦ Norme 16 : Les élèves acquerront une compréhension et des aptitudes de sélection et d'utilisation des technologies énergétiques et électriques.
- ✦ Norme 20 : Les élèves acquerront une compréhension et des aptitudes de sélection et d'utilisation des technologies de construction.

Conception de moulins à eau



Pour les enseignants : Ressource aux enseignants

◆ But de la leçon

Cette leçon explique comment les moulins à eau génèrent de l'électricité. En équipes, les élèves conçoivent et construisent, à l'aide de matériaux courants, un moulin à eau opérationnel qu'ils testeront dans un bac. Les moulins ainsi conçus doivent être capables de tourner pendant trois minutes d'affilée. En activité facultative, les élèves plus âgés peuvent mettre au point un système d'engrenages actionné par le moulin à eau. Les élèves évaluent ensuite l'efficacité de leur moulin et de ceux des autres équipes, avant de présenter leurs observations à la classe.

◆ Objectifs de la leçon

- ✦ Etudier la conception technique.
- ✦ Etudier la planification et la construction.
- ✦ Apprendre le travail d'équipe et la résolution des problèmes en groupes.

◆ Matériaux

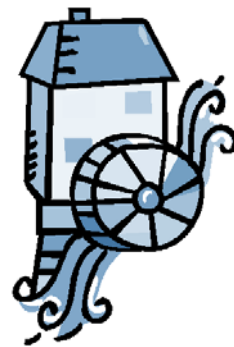
- ✦ Fiche de ressource aux élèves
- ✦ Feuilles de travail des élèves
- ✦ Source d'eau, grand bac ou évier, ruban adhésif, chronomètre ou pendule, verre gradué ou dispositif verseur. Si vous utilisez un jerrycan d'eau de 20 litres, recyclez-le pour tester le moulin de chaque groupe.
- ✦ Un jeu de matériaux par groupe d'élèves :
 - Cylindre de polystyrène, cuillères en plastique ou en bois, petits morceaux de bois (balsa), fil flexible (de type fil de fleuriste ou de bricolage), ficelle, trombones, élastiques, cure-dents, feuilles d'aluminium, ruban adhésif, goujons en bois, couvercles de contenants alimentaires en plastique ou paraffinés, ou autres matériaux.



◆ Marche à suivre

1. Montrez aux élèves les divers documents de référence à leur disposition. Ces documents peuvent être lus en classe ou donnés à lire à la maison la veille.
2. Répartissez les élèves en groupes de 2 ou 3 et distribuez un jeu de matériaux à chaque groupe.
3. Expliquez aux élèves qu'ils doivent concevoir et construire, à l'aide de matériaux courants, un moulin à eau opérationnel capable de tourner pendant trois minutes sans se casser.
4. Les élèves élaborent en équipes un plan de réalisation de leur moulin. Ils s'entendent sur les matériaux à utiliser, rédigent ou dessinent leur plan, puis présentent ce dernier à la classe.
5. Les élèves peuvent demander des quantités supplémentaires de matériaux parmi ceux qui ont été fournis (maximum de deux jeux de matériaux par équipe). Les équipes peuvent également échanger entre elles un nombre illimité de matériaux afin de disposer des meilleurs matériaux possibles pour la fabrication de leur concept.

Conception de moulins à eau



Pour les enseignants : Ressource aux enseignants (suite)

6. Chaque groupe d'élèves met ensuite son plan à exécution. Ils peuvent, le cas échéant, modifier leur plan, demander d'autres fournitures, en échanger avec les autres équipes, ou recommencer.
7. Puis les équipes testent leur moulin dans un grand bac d'eau ou un évier. Ils doivent pouvoir stabiliser leur moulin de façon à l'empêcher de dévier d'un point central et d'avancer latéralement.
8. Puis chaque équipe remplit une fiche d'évaluation/de réflexion et présente ses observations à la classe.



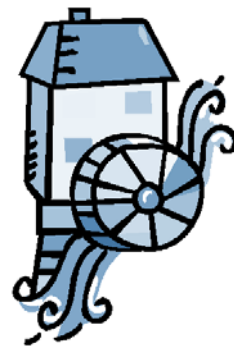
◆ Temps nécessaire

Deux ou trois sessions de 45 minutes.

◆ Conseils

Recommandez aux élèves plus âgés de créer un système d'engrenages qui permette de soulever un objet à l'aide de l'énergie produite par la rotation de la roue. Ils peuvent se servir de bobines de fil collées à l'extrémité d'un bâtonnet, d'élastiques, voire de ficelle. Proposez aux élèves le défi de soulever un poids au moyen de l'énergie hydraulique.

Conception de moulins à eau

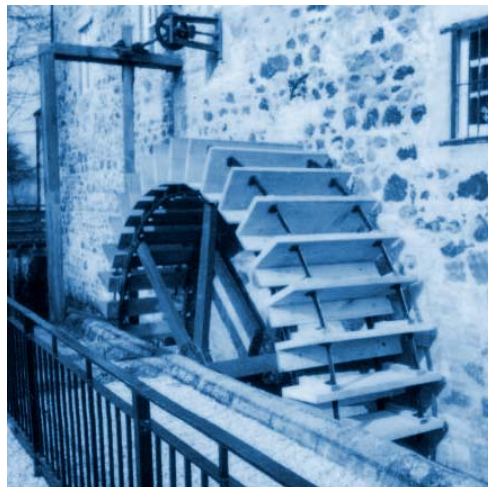


Ressource aux élèves : Les moulins à eau à travers l'histoire

Un moulin à eau est une structure qui utilise une roue ou une turbine hydraulique pour déclencher un processus mécanique comme la mouture de farine, le débitage de bois ou le façonnage de métaux (laminage, meulage ou tréfilage). Certains moulins génèrent de l'électricité. Ils ont aujourd'hui été remplacés par les centrales hydroélectriques.

Les grecs et les romains seraient les premiers à avoir utilisé la puissance de l'eau pour faire fonctionner leurs moulins. Au début du 1^{er} siècle av. J.- C., l'épigrammiste grec Antipater de Thessalonique a fait référence à une roue hydraulique utilisée pour moudre le grain et réduire le travail humain.

Les romains ont construit quelques-uns des premiers moulins à eau en dehors de la Grèce pour moudre la farine, et ont diffusé dans toute la Méditerranée les techniques de construction de ces moulins. L'illustration de droite montre un moulin à eau reconstruit à Ayrshire, en Ecosse.



◆ Comment ça marche ?

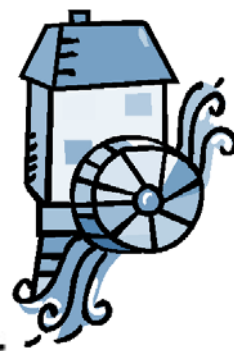
Un moulin à eau fonctionne en détournant l'eau d'une rivière ou d'un étang vers une roue hydraulique, en général par le biais d'un canal ou d'un conduit. La force de l'eau actionne les aubes de la roue (ou de la turbine), provoquant la rotation d'un axe qui entraîne à son tour le mécanisme relié à celui-ci. Une fois que la roue est en rotation, l'eau quitte le moulin. Il arrive que plusieurs moulins soient alignés le long d'un cours d'eau pour faire passer l'eau par une série de roues.

◆ Horizontal ou vertical ?

Les moulins à eau dotés d'une roue horizontale et d'un axe vertical sont parfois appelés « moulins grecs ». Les « moulins romains », en revanche, utilisent une roue verticale (sur un axe horizontal). Les moulins grecs sont les plus anciens et les plus simples des deux, mais exigent un débit d'eau plus rapide pour bien fonctionner. Les moulins romains sont beaucoup plus compliqués en termes de composants et requièrent des engrenages qui transfèrent l'énergie d'une roue munie d'un axe horizontal vers une autre dotée d'un axe vertical. L'illustration de droite est la reconstitution d'une machine élévatrice d'eau romaine, retrouvée lors de fouilles sur Aldersgate Street, à Londres.



Conception de moulins à eau



Ressource aux élèves : Stations de pompage

◆ Energie hydroélectrique

L'eau permet de générer de l'énergie au moyen de roues hydrauliques qui actionnent un mécanisme particulier, pour la mouture de maïs, par exemple. Aujourd'hui, les centrales hydroélectriques du monde entier exploitent cette énergie hydraulique pour produire de l'électricité. L'hydroélectricité est une forme d'énergie hydraulique et constitue aujourd'hui le mode d'énergie renouvelable le plus répandu. Les centrales hydroélectriques et les centrales à charbon produisent de l'électricité de façon similaire. Les centrales hydroélectriques exploitent l'énergie de l'eau pour faire tourner une hélice ou un dispositif semblable à une roue appelé « turbine ». La turbine provoque à son tour la rotation d'un axe sur un générateur pour produire de l'électricité.

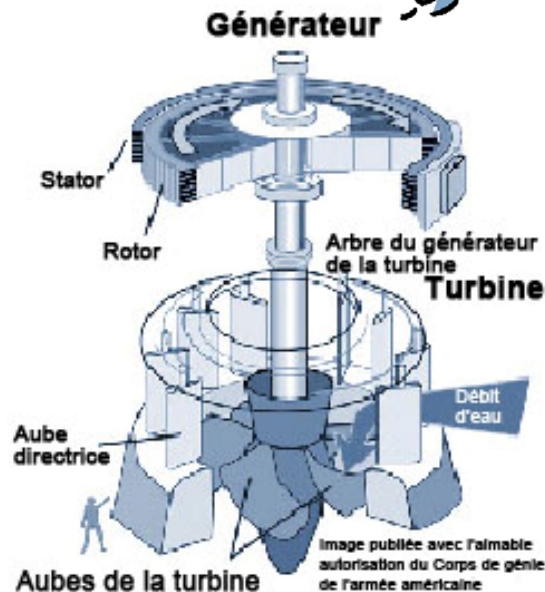
◆ Exemples historiques

La première centrale hydroélectrique commerciale date de 1882. Constituée d'une roue hydraulique aménagée sur la rivière Fox dans le Wisconsin, aux Etats-Unis, elle permettait d'éclairer deux usines de papier et une maison. Deux ans auparavant, Thomas Edison avait fait la démonstration en public de l'éclairage incandescent.

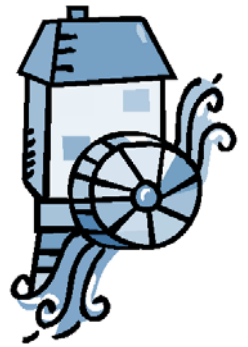
La plus grande centrale hydroélectrique au monde fut pendant longtemps celle des chutes du Niagara, dans l'état de New York. Localement mise en service en 1895, elle permit d'alimenter la ville de Buffalo en 1896. L'eau était détournée de la rivière Niagara au-dessus des chutes, puis acheminée vers l'aval de la rivière, près du lac Ontario.

◆ Ouvrages marquants

- Le projet de construction du barrage des Trois-Gorges, dans la province chinoise de Hubei, représente le plus vaste système de production hydroélectrique au monde. Il comporte deux centrales électriques : le barrage des Trois-Gorges (22 500 mégawatts de puissance) et le barrage de Gezhouba (3 115 mégawatts). La capacité de production totale de ce complexe est actuellement de 20 015 mégawatts. Le projet devrait être achevé en 2011. La capacité de production totale s'élèvera alors à 25 615 MW.
- Le projet de la baie James aménagé au Québec est le deuxième plus important système de production hydroélectrique au monde. Le complexe comporte neuf centrales électriques, totalisant une capacité de production de 16 527 MW.



Conception de moulins à eau



Feuille de travail des élèves : Concevez votre propre moulin à eau

Vous êtes une équipe d'ingénieurs dont la mission est de concevoir un moulin à eau à partir d'objets courants. Votre moulin devra être capable de tourner dans l'eau pendant trois minutes.

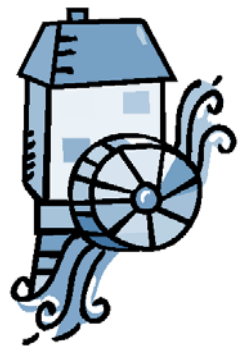
◆ Phase de planification

Discutez en équipe du problème que vous devez résoudre. Puis développez ensemble un concept de moulin à eau. Vous devrez choisir les matériaux que vous utiliserez, en sachant que tous les composants de votre moulin seront en contact avec l'eau. Dessinez votre concept dans l'encadré ci-dessous, en décrivant les pièces que vous envisagez d'utiliser et en précisant leur nombre. Présentez votre concept à la classe. Vous avez la possibilité de changer votre plan en fonction des commentaires que vous recevez de la classe.



Matériaux nécessaires :

Conception de moulins à eau



Feuille de travail des élèves (suite) :

◆ Phase de construction

Construisez votre moulin à eau. Pendant la construction, vous êtes autorisé à choisir d'autres matériaux ou à modifier votre concept. Dans ce cas, faites un nouveau croquis et changez votre liste de matériaux.

◆ Phase de mise à l'essai

Chaque équipe testera son moulin en classe, dans un bac ou un évier. Ce test devra être chronométré pour s'assurer que chaque moulin peut fonctionner pendant trois minutes sans se casser. Observez les tests réalisés par les autres équipes et le fonctionnement des différents concepts.

◆ Phase d'évaluation

Évaluez les résultats de votre équipe, remplissez la fiche d'évaluation et présentez vos observations à la classe.

Utilisez cette feuille de travail pour évaluer les résultats obtenus par votre équipe lors de la leçon « Conception de moulins à eau » :

1. Avez-vous réussi à créer un moulin à eau opérationnel pendant trois minutes ? Si non, comment expliquez-vous cet échec ?



2. Avez-vous dû modifier votre plan d'origine ou demander des matériaux supplémentaires pendant la phase de construction ? Pourquoi ?

3. Avez-vous négocié l'échange de matériaux avec d'autres équipes ? Comment ce processus s'est-il déroulé pour vous ?

Feuille de travail des élèves (suite) :

4. Si vous aviez pu obtenir des matériaux autres que ceux fournis en classe, qu'auriez-vous demandé ? Pourquoi ?

5. Pensez-vous que les ingénieurs doivent adapter leurs plans d'origine pendant la phase de construction des systèmes ou produits ? Pour quelles raisons ?

6. Si vous deviez tout recommencer, que changeriez-vous dans votre plan d'origine ? Pourquoi ?

7. Avez-vous remarqué, dans les autres équipes, des concepts ou méthodes qui vous ont paru bien fonctionner ? Lesquels en particulier ?

8. Pensez-vous que vous auriez pu réaliser ce projet plus facilement si vous aviez travaillé seul ? Expliquez...

9. Quels sont les inconvénients des moulins à eau en tant que source d'électricité fiable ?



10. Quels sont les avantages des moulins à eau en tant que source d'énergie renouvelable ?