Pont en bâtonnets

Présenté par TryEngineering – www.tryengineering.org

Objet de la leçon

Cette leçon étudie comment les ponts sont conçus pour supporter le poids, tout en étant résistants et dans certains cas, attrayants d'un point de vue esthétique. Les élèves travaillent en équipes pour concevoir et construire un pont à l'aide de colle et de 200 bâtonnets de glace (au maximum).
Les ponts construits par les élèves doivent avoir une portée minimale de 35,5 cm et être capables
de supporter un poids d'environ 2 kilos (petites classes) ou 10 kilos (grandes classes). Les élèves sont encouragés à être économes et à utiliser le moins de bâtonnets possible tout en atteignant leur but. Les élèves évaluent ensuite l'efficacité du pont qu'ils ont construit et de celui des autres équipes, avant de présenter leurs observations à la classe.

Sommaire de la leçon

La leçon « Ponts en bâtonnets » explore l'impact de l'ingénierie sur l'évolution des ponts au fil du temps, en s'intéressant en particulier aux concepts innovants et au défi que représente la construction de ponts qui contribuent à la notoriété d'une ville. Les élèves travaillent en équipes d'« ingénieurs » pour concevoir et construire leur propre pont à l'aide de colle et de bâtonnets de glace. Ils testent leurs ponts au moyen de poids, évaluent leurs résultats, puis présentent leurs observations à la classe.

Niveaux d'âge

8 à 18 ans.

Objectifs

- Etudier le génie civil.
- 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

Elaboré par IEEE dans le cadre de TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Activités de la leçon

Les élèves étudient comment les ponts sont conçus de manière à répondre aux contraintes de charge et de tension, ainsi qu'aux exigences esthétiques. Les élèves travaillent en équipes pour concevoir et construire, avec de la colle et un nombre maximal de 200 bâtonnets de glace, un pont capable de supporter un poids standard défini en fonction de l'âge des élèves. Chaque équipe teste le pont qu'ils ont conçu, évalue ses résultats et ceux des autres équipes, puis présente ses observations 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)
- Sydney Harbor Bridge History (https://www.sydneyharbourbridge.com.au/)
- Building Big - Bridges (http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig/bridge/)

Lecture supplémentaire (en anglais)

- Bridges of the World: Their Design and Construction (ISBN: 0486429954)
- Bridges: Amazing Structures to Design, Build & Test (ISBN: 1885593309)

Activité d'écriture facultative

- Rédigez une dissertation ou un paragraphe expliquant l'impact des matériaux d'ingénierie sur la conception des ponts au cours du siècle dernier.

Activités complémentaires

- Présentez aux élèves avancés le défi suivant : concevoir et construire, avec de la colle et des bâtonnets de glace, un pont capable de supporter le poids de trois élèves.

© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

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 :

- Des propriétés des objets et matériaux

NORME DE CONTENU E : Science et technologie

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

- Des aptitudes de conception technologique
- Une compréhension de la science et de la technologie

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

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
- Une compréhension de la science et de la technologie

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 risques et avantages
- De la science et de la technologie dans la société

NORME DE CONTENU G : Histoire et nature de la science

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

- L'histoire de la science

Elaboré par IEEE dans le cadre de TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

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

NORME DE CONTENU E : Science et technologie

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

- Des aptitudes de conception technologique
- Une compréhension de la science et de la technologie

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, 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 1 : Les élèves acquerront une compréhension des caractéristiques et de la portée de la technologie.

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.
- Norme 6 : Les élèves acquerront une compréhension du rôle de la société dans le développement et l'utilisation de la technologie.
- Norme 7 : Les élèves acquerront une compréhension de l'influence de la technologie sur l'histoire.

Conception

- Norme 8 : Les élèves acquerront une compréhension des attributs de 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.

Le monde, objet de conception

- Norme 20 : Les élèves acquerront une compréhension et des aptitudes de sélection et d'utilisation des technologies du bâtiment.

Elaboré par IEEE dans le cadre de TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Pour les enseignants : Ressource aux enseignants

◆ But de la leçon

Cette leçon étudie comment les ponts sont conçus pour supporter le poids, tout en étant résistants et dans certains cas, attrayants d'un point de vue esthétique. Les élèves travaillent en équipes pour concevoir et construire un pont avec de la colle et un nombre maximal de 200 bâtonnets de glace. Les ponts construits par les élèves doivent avoir une portée minimale de 35,5 cm et être capables de supporter un poids d'environ 2 kilos (petites classes) ou 10 kilos (grandes classes). Les élèves sont encouragés à être économes et à utiliser le moins de bâtonnets possible tout en atteignant leur but. Les élèves évaluent ensuite l'efficacité du pont qu'ils ont construit et de celui des autres équipes, avant de présenter leurs observations à la classe.

◆ Objectifs de la leçon

- Etudier le génie civil.
- 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
- Un jeu de matériaux par groupe d'élèves :
  - 200 bâtonnets de glace, pistolet à colle thermofusible (ou colle de bricolage pour les plus jeunes élèves)
  - Poids standard de 2 et 10 kg (boîte de sucre, haltère ou autre poids pouvant être standardisé)

◆ 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 un pont avec un maximum de 200 bâtonnets de glace et de la colle. Chaque pont doit pouvoir supporter un poids de 2 kilos pour les plus jeunes élèves et de 10 kilos pour les élèves plus âgés. Ils doivent également avoir une portée minimale de 35,5 cm (et donc une longueur supérieure à 35,5 cm). Une fois construits, les ponts seront placés à au moins 30 cm au-dessus du sol (entre deux chaises, par exemple) et testés à l'aide d'un test de mise en charge. Au-delà des exigences de construction et de poids, chaque pont sera également jugé d'un point de vue esthétique ; les élèves sont donc encouragés à être créatifs. Les élèves seront invités à utiliser le moins de bâtonnets possible pour atteindre leur but.
4. Les élèves élaborent en équipes un plan de réalisation de leur pont. Ils dessinent leur plan, puis le présentent à la classe.
5. Chaque groupe d'élèves met ensuite son plan à exécution. Ils ont la possibilité de modifier leur plan, ou même de recommencer de zéro.
6. Ensuite, chaque équipe testera le poids que son pont peut supporter en le plaçant à 30 cm au-dessus du sol. Chaque pont doit être capable de supporter le poids prédéfini (en fonction de l'âge des élèves) pendant au moins une minute.

Elaboré par IEEE dans le cadre de TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Pour les enseignants :
Ressource aux enseignants (suite)

7. Chaque pont doit être jugé par la classe d'un point de vue esthétique, selon une échelle de 1 à 5 (1 : pas du tout attrayant ; 2 : pas attrayant ; 3 : neutre/moyen ; 4 : plutôt attrayant ; 5 : très attrayant). Cette appréciation est bien entendu purement subjective.
8. Chaque équipe remplit ensuite une fiche d'évaluation/de réflexion et présente ses observations à la classe.

◆ Temps nécessaire
Deux ou trois sessions de 45 minutes

◆ Conseils
- Les élèves plus âgés peuvent augmenter la charge pouvant être supportée par le pont. S'ils sont bien conçus, les ponts fabriqués ainsi avec de la colle thermofusible doivent pouvoir supporter le poids de plusieurs élèves.
- L'utilisation d'un pistolet à colle est idéale pour ce projet, mais pour des raisons de sécurité, nous recommandons l'utilisation de colle de bricolage dans les plus petites classes.

Elaboré par IEEE dans le cadre de TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Ressource aux élèves : Types de ponts

Il existe six types de ponts principaux : en arc, à poutres, à haubans, cantilever, suspendu et en treillis.

◆Pont en arc
Les ponts en arc ont une forme arquée et sont dotés de culées à chaque extrémité. Les premiers ponts en arc connus, notamment le pont d'Arkadiko, ont été construits par les grecs. Le poids du pont exerce une poussée dans les culées à chaque extrémité. Le plus grand pont en arc du monde, qui doit être achevé en 2012, sera réalisé à Dubaï, aux Emirats Arabes Unis, comme sixième traversée de Dubai Creek.

◆Pont à poutres
Les ponts à poutres comportent des poutres horizontales soutenues par des piles à chaque extrémité. Les premiers ponts à poutres étaient de simples troncs d'arbre jetés entres les deux rives d'une rivière, et autres simples structures similaires. De nos jours, les ponts à poutres sont de grands ponts à poutres-caissons en acier. Le poids au-dessus de la poutre applique une compression verticale sur les piles à chaque extrémité du pont.

◆Pont à haubans
Comme les ponts suspendus, les ponts à haubans sont soutenus par des câbles. Or, les ponts à haubans nécessitent moins de câbles et les pylônes qui soutiennent les câbles sont proportionnellement plus courts. Le pont à haubans le plus long du monde est le pont de Tatara, qui traverse la mer intérieure de Seto, au Japon.

◆Pont cantilever
Les ponts cantilever sont constitués de poutres en porte-à-faux ou cantilever, c'est-à-dire des poutres horizontales soutenues à une seule extrémité. La plupart des ponts cantilever sont munis de deux bras en porte-à-faux qui s'étendent des deux côtés de l'obstacle à enjamber pour se rejoindre au centre. Le plus grand pont cantilever est le pont de Québec, au Canada, qui mesure 549 mètres de long.

◆Pont suspendu
Les ponts suspendus sont suspendus par des câbles. Les premiers ponts suspendus étaient fabriqués à l'aide de cordes ou de lianes couvertes de bambou. Aujourd'hui, les câbles sont suspendus à des pylônes arrimés à des caissons ou des batardeaux enfoncés en profondeur dans le lit d'un lac ou d'une rivière. D'une longueur de 3,9 kilomètres, le pont Akashi Kaikyo au Japon est le pont suspendu le plus long au monde.

◆ Pont en treillis
Les ponts en treillis sont formés d'éléments reliés. Ils possèdent un tablier et une ossature en treillis articulé de chaque côté. Alors que les premiers ponts en treillis étaient en bois, les ponts en treillis modernes sont en métal, tel que le fer forgé ou l'acier. Le pont de Québec, cité précédemment comme le plus grand pont cantilever, est aussi le pont en treillis le plus long au monde.

Elaboré par IEEE dans le cadre de TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Ressource aux élèves : Ponts remarquables

◆Pont de Firth of Forth, Ecosse

Le pont de Firth of Forth est un pont ferroviaire à structure cantilever, situé à l'est de l'Ecosse. Aujourd'hui encore, il est considéré comme une merveille d'ingénierie. D'une longueur de 2,5 km, il possède une double voie qui surplombe de 46 mètres la haute mer. Il comporte deux travées principales de 520 m, deux travées latérales de 205 m, 15 travées d'approche de 51 m et cinq de 7,6 m. Chaque travée principale comprend deux bras en porte-à-faux de 210 m soutenant un pont à poutre à travée centrale de 110 m. Les trois grandes structures cantilever à quatre pylônes mesurent 104 m de hauteur, chaque base de pylône de 21 m de diamètre reposant sur sa propre fondation. Le groupe de fondations le plus au sud a dû être construit sous la forme de caissons à air comprimé, à 27 mètres de profondeur. A son apogée, environ 4 600 ouvriers ont travaillé à sa construction.

◆ Pont du port de Sydney, Australie

Le pont du port de Sydney est un pont en arc en acier qui enjambe le port de Sydney et permet aux trains, aux véhicules et aux piétons de se rendre du quartier central des affaires de Sydney au quartier du North Shore. La vue spectaculaire du pont, du port et de l'opéra de Sydney est une image iconique de Sydney et de l'Australie. Conçu et construit par Dorman Long and Co Ltd, de Middlesbrough, Teesside, le pont était la plus haute structure de la ville jusqu'en 1967. Selon le livre Guinness des records, il s'agit du pont de grande portée le plus large du monde et du pont en arc métallique le plus haut du monde, à 134 mètres du sommet au niveau de l'eau. C'est également le quatrième pont en arc à travée le plus long au monde. L'arc est constitué de deux poutres triangulées arquées composées de 28 panneaux. Leur hauteur varie de 18 m au centre de l'arc à 57 m (près des pylônes).

Elaboré par IEEE dans le cadre de TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Feuille de travail des élèves : Concevez votre propre pont

Vous êtes une équipe d'ingénieurs chargés de concevoir un pont à l'aide de colle et d'un maximum de 200 bâtonnets de glace. Chaque pont doit pouvoir supporter un poids prédéfini (par votre enseignant) et avoir une portée minimale de 35,5 cm en longueur. Cependant, il doit avoir une longueur supérieure à 35,5 cm car, une fois construit, il sera placé entre deux chaises de sorte qu'il surplombe le sol d'au moins 30 cm pour les besoins d'un test de mise en charge. Au-delà des exigences de construction et des contraintes de charge, votre pont sera également jugé d'un point de vue esthétique ; soyez donc créatif ! Par ailleurs, vous êtes encouragé à utiliser le moins de bâtonnets possible pour atteindre votre but.

◆ Phase de planification
Réunissez-vous en équipe pour discuter du problème à résoudre. Puis développez ensemble un concept de pont. Vous devrez déterminer le nombre de bâtonnets que vous utiliserez (200 au maximum) et les différentes étapes de votre processus de fabrication. Réfléchissez aux structures potentiellement les plus solides…mais vous serez également jugé sur l'attrait esthétique de votre pont ! Dessinez votre plan dans l'encadré ci-dessous en veillant à préciser le nombre de bâtonnets dont vous pensez avoir besoin. Présentez votre concept à la classe. Vous avez la possibilité de changer votre plan en fonction des commentaires que vous recevez de la classe.

Nombre de bâtonnets de glace dont vous pensez avoir besoin :

Elaboré par IEEE dans le cadre de TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Feuille de travail des élèves (suite) : Concevez votre propre pont

◆ Phase de construction

Construisez votre pont. Pendant la construction, vous êtes autorisé à demander des bâtonnets supplémentaires ou à modifier votre concept. Dans ce cas, faites un nouveau croquis et changez votre liste de matériaux.

◆ Note esthétique

Chaque élève notera l'attrait esthétique de chaque pont, selon une échelle de 1 à 5 (1 : pas du tout attrayant ; 2 : pas attrayant ;
3 : neutre/moyen ; 4 : plutôt attrayant ; 5 : très attrayant). Une moyenne sera établie pour attribuer une note à chaque pont. Cette note n'est pas fondée sur la capacité du pont à supporter le poids, mais uniquement sur son attrait esthétique.

◆ Phase de mise à l'essai

Chaque équipe testera son pont pour savoir si celui-ci peut supporter le poids prédéfini pendant au moins une minute. Observez les tests réalisés par les autres équipes et comment fonctionnent les différents concepts.

◆ Phase d'évaluation
Evaluez 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 de votre équipe :

1. Etes-vous parvenu à créer un pont qui supporte le poids prédéfini pendant au moins une minute ? Si non, comment expliquez-vous cet échec ?

2. Avez-vous dû modifier votre plan d'origine pendant la phase de construction ? Pourquoi ?

3. Combien de bâtonnets avez-vous fini par utiliser ? Ce nombre était-il différent de votre prévision initiale ? Si oui, qu'est-ce qui a changé ?

Elaboré par IEEE dans le cadre de TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

Feuille de travail des élèves (suite) : Concevez votre propre pont

4. Quelle note esthétique moyenne votre pont a-t-il obtenu ? Comment se situe cette note par rapport au reste de la classe ? Quels aspects des autres ponts vous ont plu en particulier ?

5. Pensez-vous que les ingénieurs doivent adapter leurs plans d'origine pendant la phase de construction des systèmes ou produits ? Si oui, pour quelle raison ?

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 ? Justifiez votre réponse…

9. Quels compromis pensez-vous que les ingénieurs-concepteurs de ponts doivent faire entre fonctionnalité, sécurité et esthétique ?

Elaboré par IEEE dans le cadre de TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.