SEQUENCE 10

Tension et compression : Les triangles

Temps suggéré
2 séances de 45 minutes

Termes scientifiques
- *Déformation*
- *Ferme*

Vue d'ensemble

Dans la séquence 9, la classe a fait ses premières expériences avec les tensions et les compressions. Maintenant, les élèves découvrent grâce à leurs connaissances et des recherches plus minutieuses, où se trouvent les tensions et les compressions dans leur classe. Ils revoient d'abord quelques exemples de tensions et de compressions trouvées dans leur maison et dans la classe, puis ils recherchent les tensions et compressions dans différentes formes de constructions et cherchent ces formes - particulièrement les triangles - à l'intérieur des charpentes de leurs constructions. Lors de leurs recherches, ils étudient un important composant des charpentes de construction qui utilisent les tensions, compressions et la forme triangulaire : la ferme triangulaire. Toutes ces informations seront utiles pour les élèves, lorsqu'ils construiront des ponts, dans la séquence 11.

Objectifs

Les élèves reconnaissent les tensions et les compressions dans les constructions.

Les élèves étudient les fermes.

Matériel

Pour chaque élève :
La feuille de travail à la maison

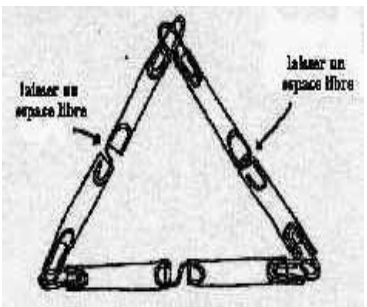
Pour chaque groupe de 4 élèves :
Une boîte contenant le matériel suivant :
120 cm de ficelle
30 trombones
15 pailles
10 rondelles
Une charge d'essai
1 paire de ciseaux
Fiches type d'activité
Feuilles de prise de notes de groupe - A et B
Constructions de la séquence 6
2 marqueurs de différentes couleurs

Pour le maître :
Pailles, trombones et ficelle pour la démonstration de tension et compression (voir préparation)

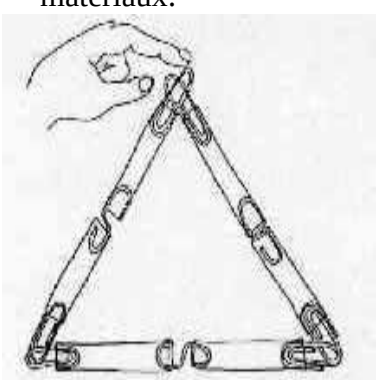
> ☛ **Note**
> La démonstration est faite pour habituer les élèves à l'idée que la tension et la compression peuvent exister dans une construction sans être visible.

Préparation

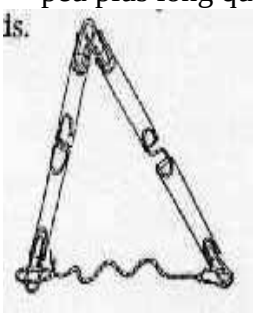
- Construisez un triangle avec 3 pailles reliées par des trombones.
- Préparez l'expérience sur la tension et la compression. Essayez-la vous-même.
- Construisez un triangle de 6 pailles reliées par des trombones (coupez 3 pailles en 2). Assurez-vous de laisser de l'espace entre les pailles, comme indiqué.



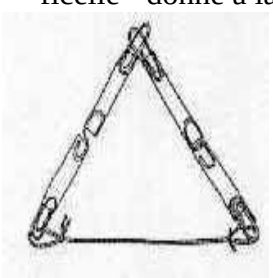
- Placez un doigt au sommet du triangle et appuyez. Vous verrez l'espace entre les pailles se rétrécir du côté des pailles comprimées. Lorsqu'une partie d'une construction est sous compression, utilisez un matériel robuste qui donne à la construction une bonne résistance et une certaine stabilité. Vous verrez que l'espace entre les pailles horizontales s'allonge tant qu'elles sont tirées, donc en tension. De solides câbles sont souvent utilisés comme constituants pour les constructions qui sont sous tension. Les ponts suspendus sont de bonnes constructions à étudier, car ils utilisent différents matériaux.



- Retirez avec précaution les trombones des dernières pailles afin d'enlever les deux pailles du bas en tension. Remplacez les 2 pailles avec un morceau de ficelle un peu plus long que les pailles et reliez-le aux trombones.

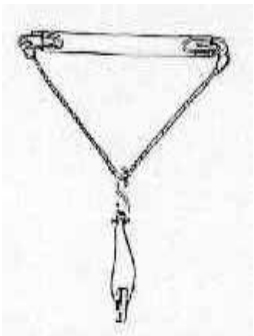


- Maintenant, appuyez sur le sommet du triangle avec votre doigt. Lorsqu'une partie de la construction est en tension, l'utilisation d'un matériel robuste - telle que la ficelle - donne à la construction stabilité et résistance.



- On peut créer un triangle qui a 2 côtés en tension et un en compression en attachant 2 morceaux de ficelle ensemble et en y suspendant une charge d'essai. Le troisième côté du triangle sera une paille. Si vous enlevez la paille et attachez les bouts de ficelles à vos doigts, vous sentez les forces de compression qui poussent sur la paille.

- Demandez aux élèves-assistants de s'assurer que les boîtes de matériels contiennent le matériel demandé. S'il n'y a pas assez de ciseaux en classe, coupez les pailles en deux, avant de les mettre dans les boîtes. Mettez les ciseaux à l'emplacement de distribution de matériel, pour que les élèves puissent les utiliser.



- Rassemblez des images de construction qui montrent que, dans les charpentes, les triangles aident à supporter les charges. Les exemples comprennent les panneaux d'affichage, les stores, les ponts, les clôtures et les plafonds de gymnases.

- Faites des copies des feuilles de prise de notes de groupe et de la feuille de travail à la maison.

Evaluation

✓ Les élèves sont-ils capables et peuvent-ils généraliser ce qu'ils découvrent dans les expériences ?

Comment démarrer

Les élèves échangent leurs exemples de tension et compression.

Première séance

Rassemblez la classe. Revoyez avec les élèves, certains objets de la classe qui sont en tension ou en compression.

Demandez-leur des exemples supplémentaires d'objets qu'ils ont noté sur la feuille de travail à la maison, lors de la séquence 9. Au fur et à mesure qu'ils font des suggestions, notez-les sur la liste que vous avez établie lors de la séquence 9. Posez des questions comme :

Qu'est ce qui vous fait penser que cet objet est en tension ? En compression ?
Quels sont les objets qui étaient en tension ou en compression et dont vous n'étiez pas sûr ?
Pourquoi était-ce difficile à définir ? Comment auriez-vous pu trouver ?

Demandez-leur de réfléchir sur les façons dont les tensions et les compressions peuvent affecter une construction :

Que se passerait-il s'il y avait trop de compression sur une colonne ?
Que se passerait-il s'il y avait trop de tension sur un câble ?
Qu'est-il arrivé à vos constructions lorsqu'il y a eu trop de tension et de compression ?
Que pourriez-vous faire pour arranger cela ?

Expliquez-leur que, pendant cette séquence, ils chercheront les effets des tensions et des compressions sur les constructions.

Les élèves regardent une expérience de tension et compression dans un triangle.

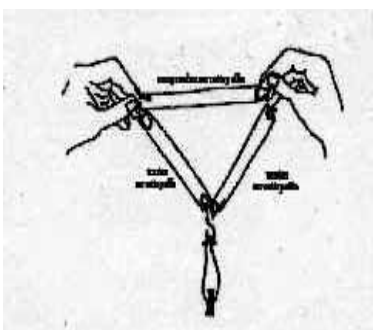
Expliquez que les groupes commenceront cette recherche des tensions et compressions par l'observation d'une forme qui pourrait être dans la charpente de leurs constructions : le triangle.

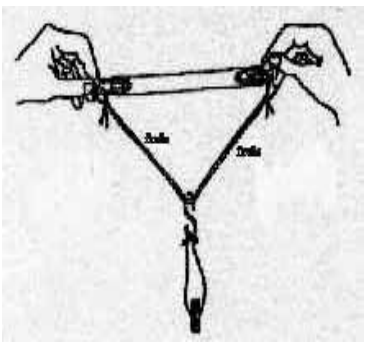
Montrez-leur le triangle fait de 3 pailles. Appuyez sur le sommet. Demandez aux élèves d'indiquer les endroits où ils pensent qu'il y a tension et compression. Lorsque suffisamment d'élèves ont donné leur avis, montrez-leur le triangle fait de 6 pailles et appuyez sur le sommet. Attirez leur attention sur les pailles horizontales. Les élèves verront que l'espace entre elles s'agrandit - les pailles sont tirées, il y a tension. Ils verront également que les pailles sur les côtés sont poussées l'une vers l'autre; il y a compression.

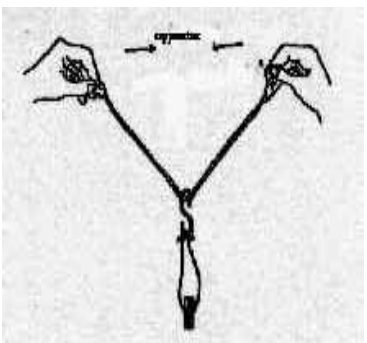
Enlevez les pailles du bas. Remplacez-les par une ficelle. Appuyez de nouveau sur le sommet. Montrez à la classe que la ficelle se tend. Expliquez que la ficelle est un matériau utile en tension, mais pas en compression. Demandez-leur s'ils ont déjà vu de tels matériaux utilisés dans les constructions. S'il y a des ponts suspendus dans votre ville, suggérez-les à titre d'exemple Montrez aussi des images de ponts.

☛ Note
L'expérience est faite pour habituer les élèves à l'idée que la tension et la compression peuvent exister dans une construction, sans être visible.

Montrez-leur le triangle de 3 pailles avec la charge d'essai en place, comme montré ci dessous (a). Redemandez-leur où ils pensent qu'il y a tension, compression. Lorsqu'ils ont donné leurs suggestions, remplacez les pailles des 2 côtés avec des ficelles. Montrez-leur que les côtés sont en tension (b). Retirez la paille et demandez à un volontaire de tenir les extrémités des ficelles dans la même position qu'avant. Il ressentira une compression.







Recherche et découverte

Les élèves comparent les tensions et les compressions dans un triangle, avec celles existant dans un carré.

Divisez la classe en groupes. Faites choisir les rôles dans les groupes. Rassemblez le matériel. Distribuez la feuille A de prise de note de groupe.

Expliquez aux élèves qu'ils doivent faire un carré et un triangle avec des pailles. Ils utilisent une charge d'essai pour comparer la résistance et la stabilité de chacun. Ils discuteront des endroits où leurs formes sont sous tension et sous compression, ainsi que des façons dont les tensions et les compressions affectent la résistance et la stabilité de chacune des formes.

Pendant que les élèves travaillent:

Encouragez-les à placer la charge d'essai à différents endroits.
Encouragez-les à réfléchir aux pailles qui sont en tension ou en compression dans le carré, ainsi que dans le triangle.
Suggérez-leur de vérifier leurs hypothèses en remplaçant par de la ficelle les pailles qui, d'après eux, sont sous tension.
Assurez-vous qu'ils travaillent ensemble.

☛ Note
Si les élèves terminent leurs recherches rapidement, encouragez-les à essayer de nouvelles formes et à les comparer avec le carré et le triangle.

Les élèves consolident les formes étudiées.

Demandez aux élèves de continuer en n'utilisant pas plus de 4 pailles pour consolider le plus possible les formes étudiées.

Pendant qu'ils travaillent

Encouragez-les à essayer différentes possibilités.
Assurez-vous qu'ils localisent les tensions et les compressions dans les formes, ainsi que le nombre de rondelles que la forme consolidée peut supporter.
Suggérez qu'ils confirment leurs idées sur les tensions en remplaçant des pailles par de la ficelle.

Analyse, constat

Les élèves échangent leurs résultats.

Lorsque les élèves ont terminé, rassemblez-les pour un débat de classe.

Demandez à l'architecte de chaque groupe d'expliquer ses découvertes.

Pendant que les élèves partagent leurs résultats, posez les questions suivantes :

Quelles comparaisons faites-vous entre le carré et le triangle ?
Comment avez-vous augmenté la résistance du carré ? Du triangle ?
De combien pouvez-vous augmenter la charge des formes étudiées?

Continuez le débat sur les tensions et les compressions dans les formes. Demandez à un dessinateur de dessiner et identifier quelles sont les pailles qui sont en tension et celles qui sont en compression dans les 2 formes. Posez des questions comme :

D'après vous, de quelle manière les tensions et les compressions affectent-elles la stabilité et la résistance des 2 formes ?
D'après vous, de quelle manière les pailles supplémentaires modifient-elles la tension et la compression des différentes parties des formes ?
D'après vous, de quelle manière les pailles supplémentaires rendent-elles la construction plus stable ?

Demandez-leur de dessiner des exemples sur le tableau. Aidez-les à comprendre que s'ils ajoutent des pailles, ils modifient la tension et la compression sur certaines pailles, et réduisent le mouvement à certains point de connexion. Dans beaucoup de cas, ils ont réduit la tension ou la compression qu'une seule paille doit supporter.

Ensuite, faites observer uniquement les formes, elles-mêmes. Montrez tous les triangles que les élèves ont créé à l'intérieur des dessins qu'ils avaient faits sur le tableau. Il est clair que la forme du triangle (fait de bons matériaux) est souvent une combinaison de tensions et de compressions qui est stable.

Expliquez que le triangle (ou système de triangles) qui équilibre les forces de tension et de compression entre chaque côté d'une construction est appelée une ferme triangulaire. Dû à cet équilibre, ces fermes peuvent être des parties très utiles des constructions, spécialement lorsqu'elles sont combinées avec d'autres fermes et d'autres constituants. Dites aux élèves que dans la prochaine séance, ils observeront des fermes dans leurs propres constructions. Ils ajouteront aussi des fermes qui rendront les constructions plus stables.

☛ Note
Analyser les constructions afin de trouver des forces de tension et de compression est très compliqué. Cette séquence est uniquement conçue pour amorcer une certaine compréhension de ces phénomènes.

Recherche et découverte

Les élèves recherchent des fermes, des tensions et des compressions dans leurs constructions.

Deuxième séance

Divisez-les en groupes de travail. Demandez-leur de se répartir les rôles.

Pour cette séance, demandez à un élève de chaque groupe de rassembler le matériel ainsi que la construction du groupe. Distribuez la feuille B de prises de notes de groupe. Demandez aux groupes de rechercher des fermes dans les charpentes de leurs constructions. Pendant ce travail, ils noteront les parties de chacune d'elles qui sont en tension et en compression lorsque la charge d'essai est à différents endroits de la construction.

Pendant que les élèves travaillent, posez les questions suivantes :

Grâce à quoi pouvez-vous désigner les parties qui sont en tension/compression ?
Qu'est-ce qui vous permet d'affirmer qu'il s'agit d'une ferme ?
Y a-t-il des parties de votre construction qui sont plus solides que d'autres ?
Où se trouvent les tensions et les compressions, dans ces parties ?

Continuez à circuler parmi les groupes, et :

Voyez s'ils ont besoin d'aide.
Encouragez-les à garder une trace des changements de poids et à noter leurs découvertes avec précision.
Assurez-vous qu'ils travaillent ensemble.
Rappelez-leur de ne pas endommager leurs constructions pendant qu'ils travaillent.

les élèves consolident leurs constructions.

Demandez aux élèves de consolider leurs constructions. Expliquez-leur qu'ils devraient essayer de remplacer la ficelle par d'autres constituants, s'ils pensent que cela renforcera leur construction.

Pendant qu'ils travaillent, posez des questions comme :

A quels endroits les constituants supplémentaires seraient-ils utiles ?
Où pourriez-vous ajouter de nouvelles fermes, pour aider la construction à supporter plus de charge ?

Rappelez-leur de bien observer les tableaux affichés en classe, pour garder en mémoire les principes et les méthodes pour avoir une bonne construction.

Laissez du temps pour compléter la recherche. Pendant qu'ils travaillent, ils identifieront les différents points de compression et de tension sur la construction. Ils marqueront les constituants avec différentes couleurs. Assurez-vous qu'ils notent leurs découvertes sur la feuille B de prises de notes.

Demandez à chaque groupe de tester à nouveau sa construction, pour voir si le groupe a été capable d'augmenter sa résistance. Si c'est le cas, de combien a augmenté le poids de la construction ?

Analyse constat
Les élèves échangent leurs découvertes.

Lorsque les élèves ont eu assez de temps pour compléter leurs recherches, rassemblez-les pour qu'ils partagent leur résultat.

Demandez aux ingénieurs en bâtiment et aux architectes de chaque groupe de faire un compte rendu sur l'augmentation de la capacité à supporter des charges et de décrire de quelle manière ils ont amélioré leur construction ainsi que le poids qui a été ajouté à la construction.

Pendant que chaque groupe montre sa construction, demandez aux élèves du groupe d'indiquer les points de tension et de compression, (Identifiables par leur couleur), et les fermes triangulaires qui étaient là, avant ou qui ont été ajoutées. Posez des questions comme :

Avez-vous essayé de faire certaines améliorations qui n'ont pas fonctionné ?
Quelles méthodes avez-vous utilisé pour déterminer l'emplacement des pailles (ou ficelles) ?

Invitez-les à ajouter de nouvelles idées sur les tableaux affichés en classe. Expliquez que leurs connaissances des tensions, des compressions et des fermes seront utiles quand ils construiront des ponts, lors de la prochaine séquence.

Travail à la maison

Demandez aux élèves de chercher, dans leur voisinage, des exemples de fermes et de constituants de construction en tension ou en compression et de noter leurs observations (voir feuille de travail à la maison).

Prolongement...

Demandez aux élèves de rechercher différentes sortes de toits. Ils chercheront des exemples de toits avec et sans fermes.

Invitez un entrepreneur dans la classe pour qu'il parle des méthodes utilisées pour la construction de toits et de murs solides. Faites un effort pour inviter un homme et une femme.

Demandez-leur de fabriquer des fermes avec d'autres matériaux. Il est possible d'utiliser le bois, le carton, le papier, une planchette.

☛ Notes du professeur :

Nom ..... Date .....

Feuille de prises de notes de groupe
Tension et compression : Les triangles - page A.1

ARCHITECTE : Comparaison du triangle et du carré. Quelles sont les méthodes utilisées par votre groupe pour les comparer ? Quelles différences avez-vous trouvé ?

DESSINATEUR : dessinez les différentes formes avant et après les avoir renforcées. Indiquez quels constituants sont en tension et quels autres sont en compression.

Nom ..... Date .....

Feuille de prises de notes de groupe
Tension et compression : Les triangles - page A.2

ENTREPRENEUR ET INGENIEUR DU BATIMENT : Décrivez les méthodes utilisées par votre groupe pour ajouter des parties aux formes, dans le but de les renforcer. De combien, le poids de la structure a-t-il été modifié ? De combien, la capacité à supporter une charge a-t-elle été modifiée ? Indiquez le nombre de rondelles que chaque forme était capable de supporter, avant et après les modifications.

Nom ..... Date .....

Feuille de prises de notes de groupe
Tension et compression : Les triangles - page B.1

DESSINATEUR : faites un simple croquis de la construction de votre groupe. Marquez les différents constituants qui sont en tension et en compression. Indiquez aussi les triangles trouvés.

ARCHITECTE : décrivez les méthodes que vous utiliserez pour trouver les tensions et les compressions dans votre construction et pour améliorer sa résistance.

Nom ..... Date .....

Feuille de prises de notes de groupe
Tension et compression : Les triangles - page B.2

INGENIEUR DU BATIMENT : décrivez les méthodes utilisées par votre groupe pour tester votre construction.

ENTREPRENEUR : replacez les constituants lorsque votre groupe est d'accord. Expliquez les raisons du choix des pailles ou de la ficelle à différents endroits.

De combien, le poids de la structure a-t-il été modifié ?

De combien la capacité de votre construction à supporter une charge a-t-elle été modifiée ?

Parents/Tuteurs
Nom .....

Elèves
Nom.....

Feuille de travail à la maison
Tension et compression : Les triangles

Cherchez, dans votre voisinage, des exemples de fermes et de constituants de construction qui sont en tension et/ou compression. Décrivez-les ci-dessous :

Exemple	Utilisation	En tension ? Compression ?	Pourquoi le pensez-vous?

Sécurité
Assurez-vous d'avoir la permission d'un adulte pour sortir. Suivez les règles de sécurité.