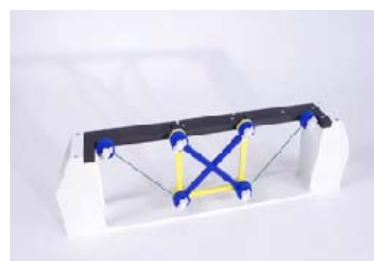
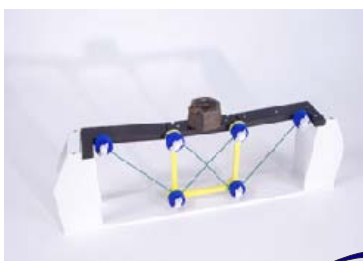
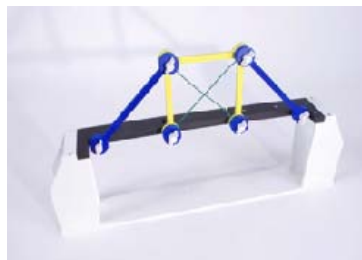
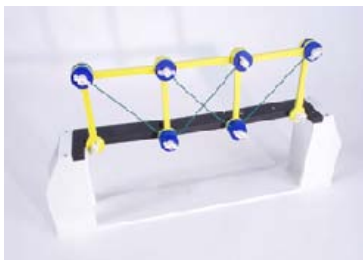
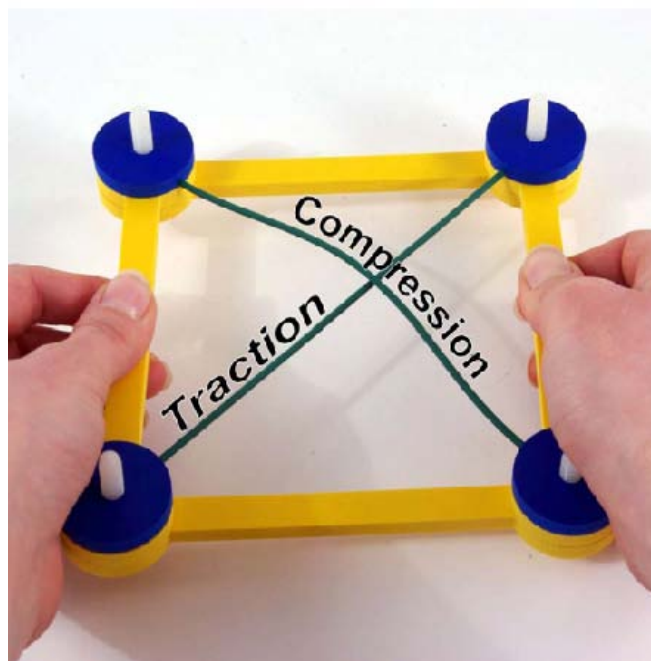
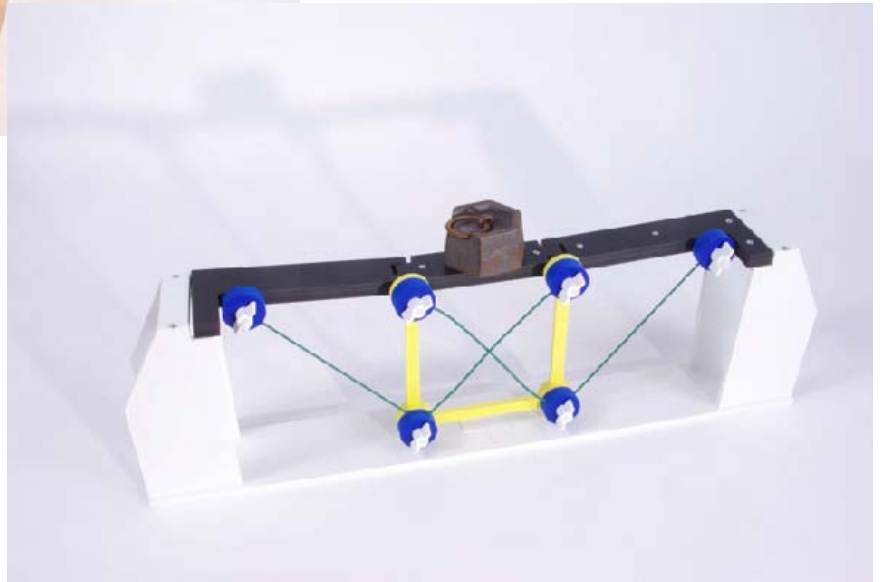


Banc d'essai Ossatures treillis

Maquette d'étude : stabilité d'une ossature triangulée
les contraintes de traction et compression







Edité par la Sté A4

8 rue du Fromenteau
Z.A. Les Hauts des Vignes - 91940 Gometz le Châtel
Tél. : 01 64 86 41 00 - Fax. : 01 64 46 31 19
www.a4.fr

SOMMAIRE

Présentation générale	02
Nomenclature des pièces livrées	03
Montage du banc d'essai livré en kit	04 - 05
Exemples de réalisations	06
Eclaté et nomenclature	07
Activité 1 - Comment rendre indéformable une ossature	08 à 10
Document professeur	08
Fiche élève	09
Exemple d'un cahier élève	10
Activité 2 - La poutre treillis	12 à 16
Document professeur	12
Fiche élève	13
Exemple de corrigé de la fiche élève	14
Exemple de synthèse	15 - 16
Activité 3 - Les contraintes de traction et compression	17 à 23
Document professeur	17
Fiches élève	18 - 19
Exemple de corrigé des fiches élève	20
Exemple de synthèse	21
Suggestion pour un exercice supplémentaire	22

CONTENU DU CDROM

Le CDRom de ce dossier est disponible au catalogue de la Sté A4 (réf "CD PTR").

Il contient :

- Le dossier en versions FreeHand (.FH9), PDF (.pdf) et illustrator (.ai).
- Des photos du produit, des images de synthèse, des perspectives au format .dxf.
- **La modélisation 3D complète** du produit dans ses différentes versions avec des **fichiers 3D** aux formats SolidWorks, Parasolid et eDrawings.

Ce dossier et le CDRom sont duplicables pour les élèves, en usage interne au collège*

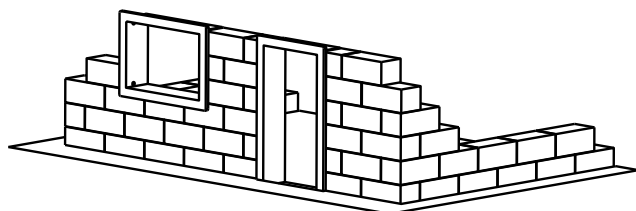
*La duplication de ce dossier est autorisée sans limite de quantité au sein des établissements scolaires, à seules fins pédagogiques, à la condition que soit cité le nom de l'éditeur : Sté A4. La copie ou la diffusion par quelque moyen que ce soit à des fins commerciales n'est pas autorisée sans l'accord de la Sté A4.

La copie ou la diffusion par quelque moyen que ce soit en dehors d'un usage interne à l'établissement de tout ou partie du dossier ou du CDRom ne sont pas autorisées sans l'accord de la Sté A4 .

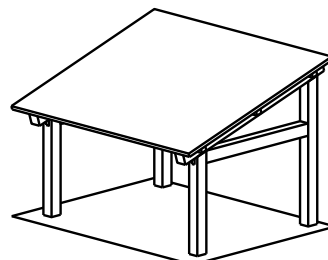
Présentation générale

Il existe deux façons fondamentales de bâtir :

- l'empilement de bloc ou construction à murs continus,
- le squelette, ou ossature habillée de divers matériaux.



Empilement, murs continus



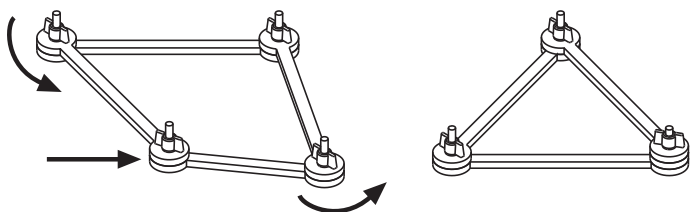
Ossature, squelette

Le banc d'essais présenté dans ce dossier a pour but d'amener les élèves à découvrir par des manipulations simples deux principes fondamentaux de stabilité des ossatures :

- le fait que le triangle est la géométrie de base permettant de stabiliser (rendre indéformable) une structure.
- le fait que les éléments poutres travaillent soit en traction, soit en compression.

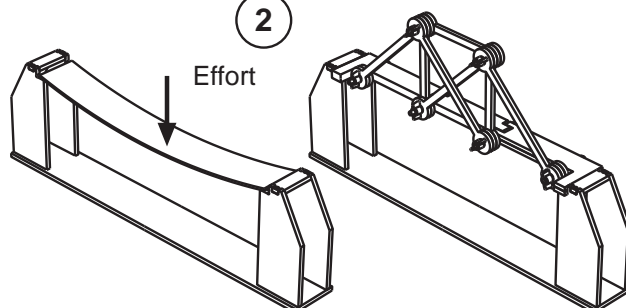
Plusieurs expérimentations sont proposées dans ce dossier. Elles sont présentées suivant une chronologie qui peut être modifiée en fonction de l'organisation pédagogique de l'enseignant.

1



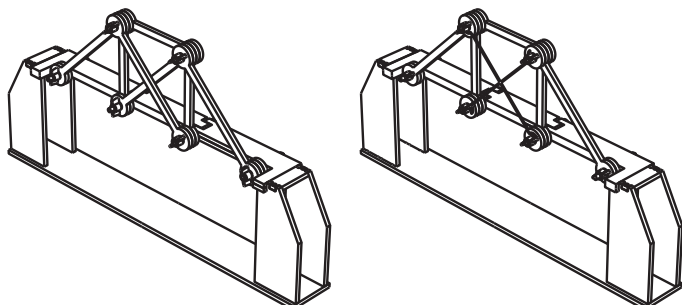
Expérimentation 1 (voir page 6)
L'assemblage triangulé est indéformable

2



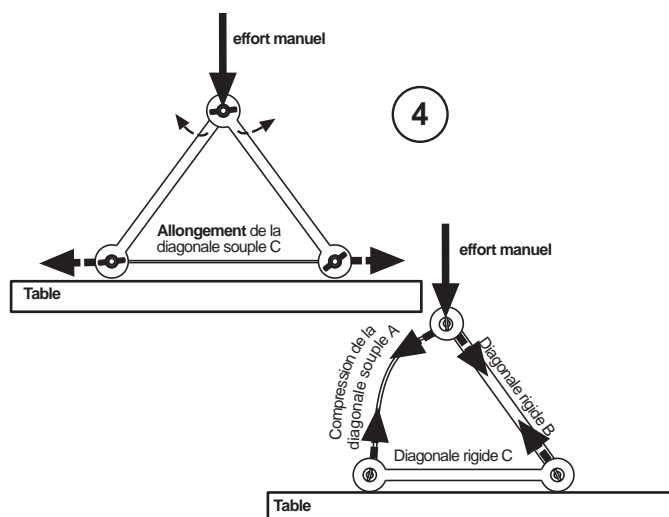
Expérimentation 2 (voir page 10)
Réalisation d'une poutre treillis

3



Expérimentation 3 (voir page 14)
Remplacement de diagonales rigides par des diagonales souples.

4

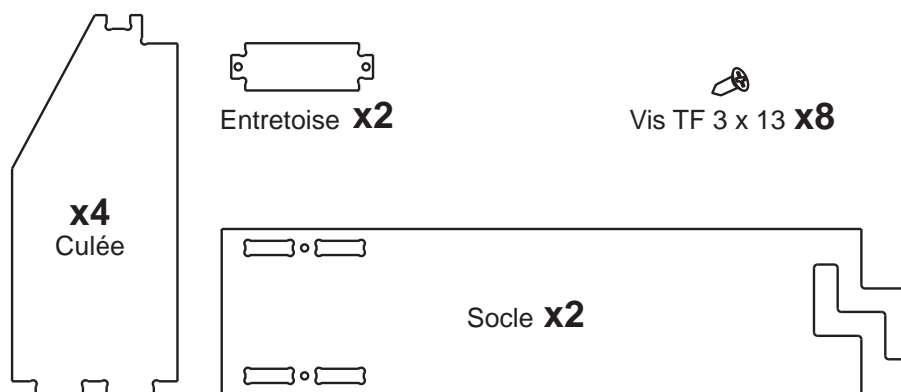


Pour aller plus loin (voir page 19)
Manipulation sur la traction et la compression.

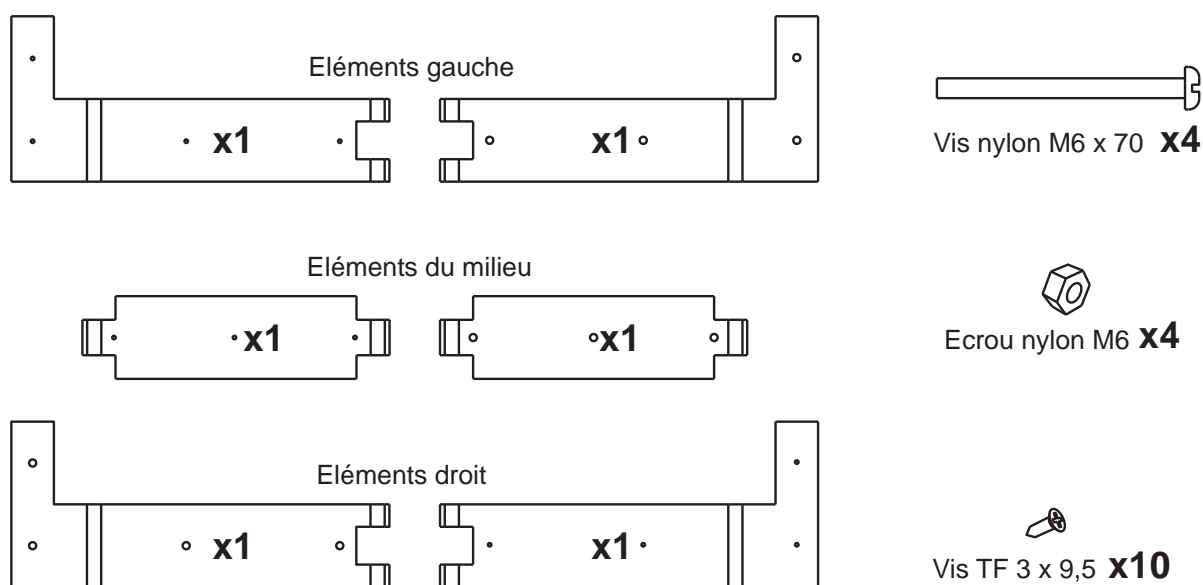
Nomenclature des pièces livrées

Le banc d'essai est livré en kit de pièces usinées à assembler.
Le temps nécessaire pour le montage est entre 5 et 10 minutes.

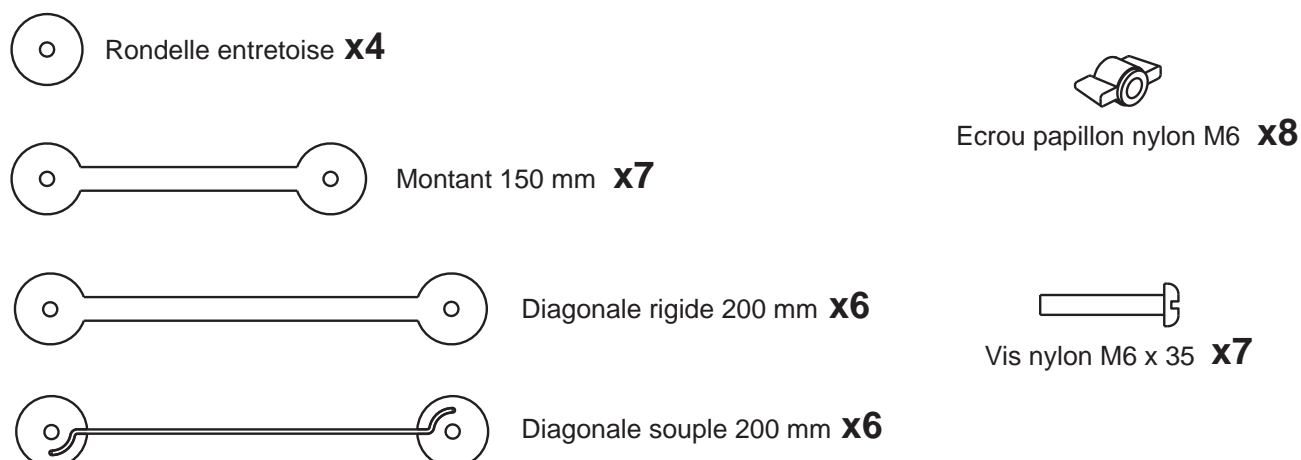
Pièces composant le support du Banc d'essai.



Pièces composant le tablier articulé du Banc d'essai.



Eléments pour la triangulation du Banc d'essai.



Montage du banc d'essai livré en kit 1/2

1 - Montage des éléments du tablier

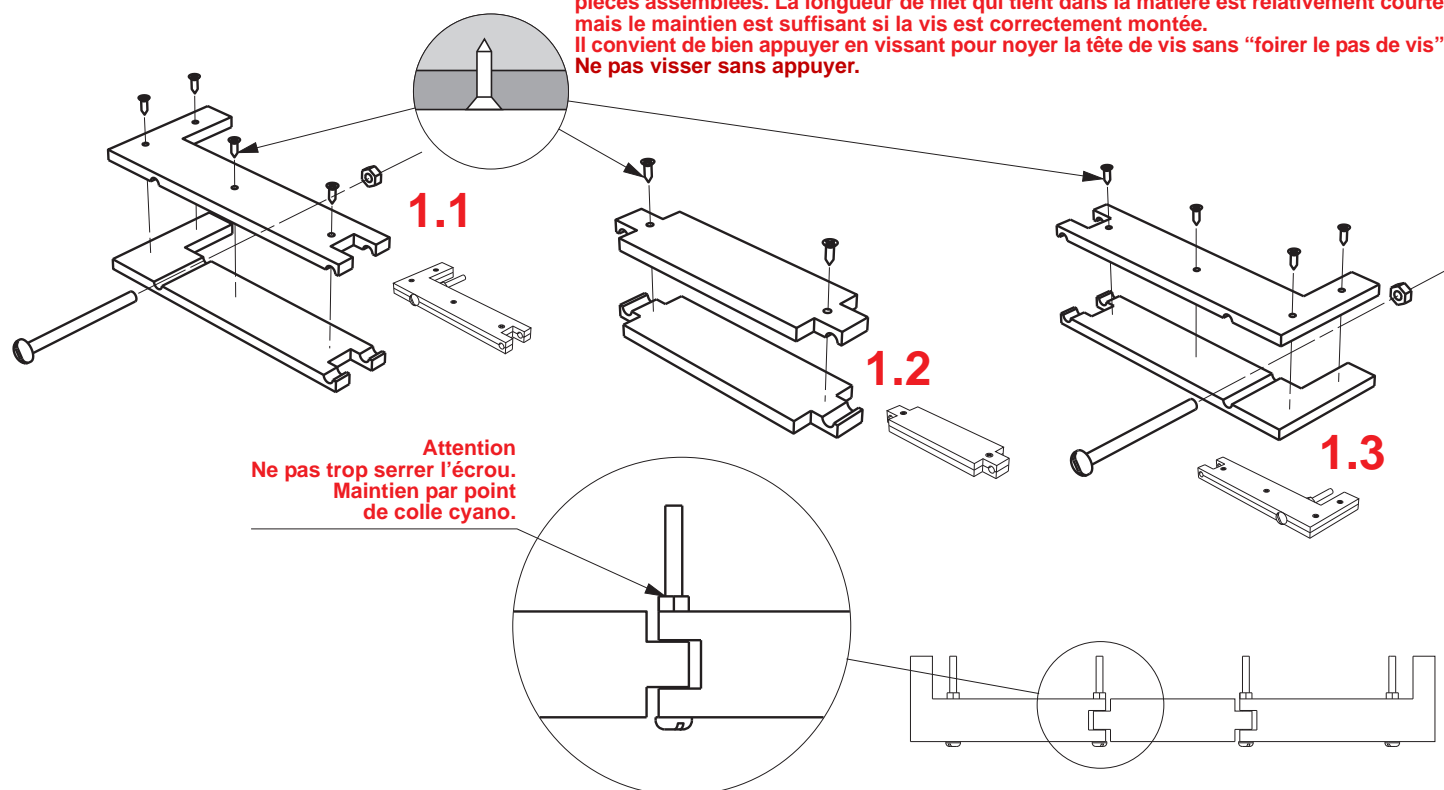
1.1 - Montage de la partie gauche : positionner et fixer les deux éléments droit à l'aide de 4 vis TF 3x9,5. Mettre en place la vis M6 x 70 et visser l'écrou M6.

1.2 - Montage des éléments du milieu : positionner et fixer les deux éléments du milieu à l'aide de 2 vis TF 3x9,5.

1.3 - Montage de la partie droite : positionner et fixer les deux éléments gauche à l'aide de 4 vis TF 3x9,5. Mettre en place la vis M6 x 70 et visser l'écrou M6.

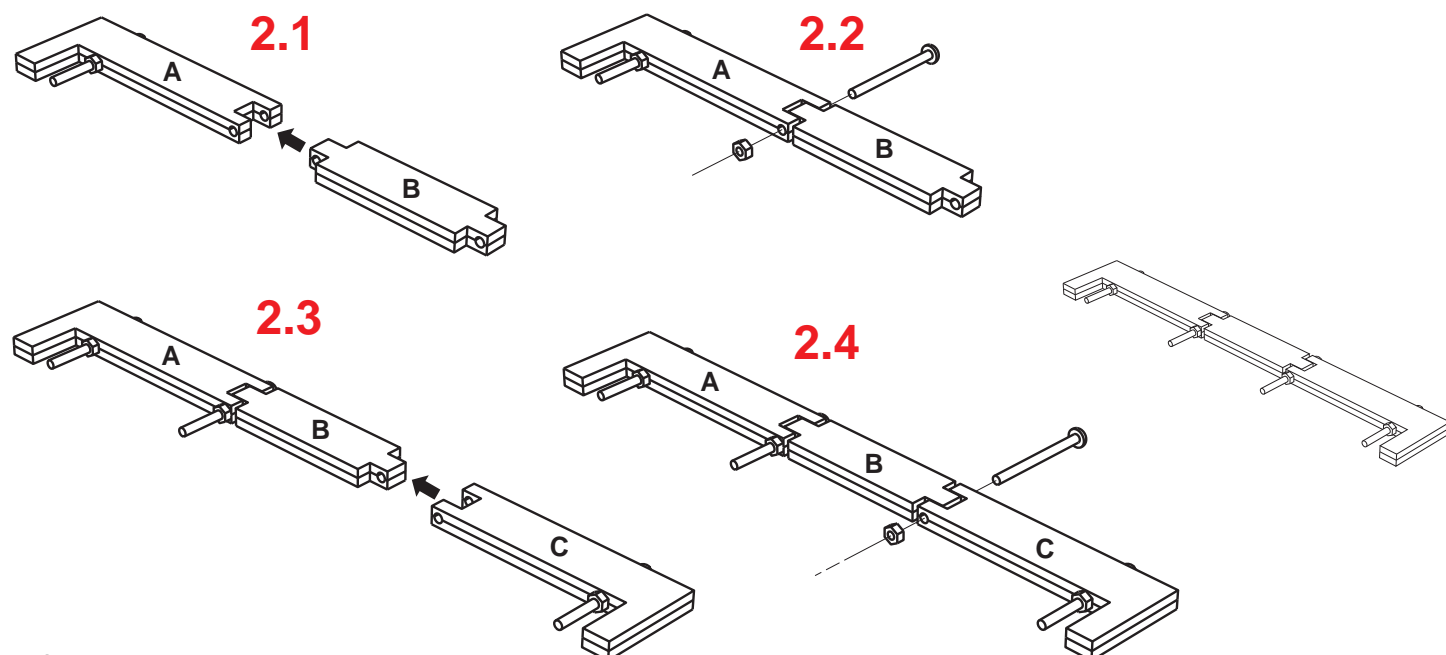
Attention

Les vis d'assemblage TF 3x9,5 sont calculées pour que leur pointe ne dépasse pas des pièces assemblées. La longueur de filet qui tient dans la matière est relativement courte, mais le maintien est suffisant si la vis est correctement montée. Il convient de bien appuyer en vissant pour noyer la tête de vis sans "foirer le pas de vis". Ne pas visser sans appuyer.



2 - Montage du tablier articulé en trois parties

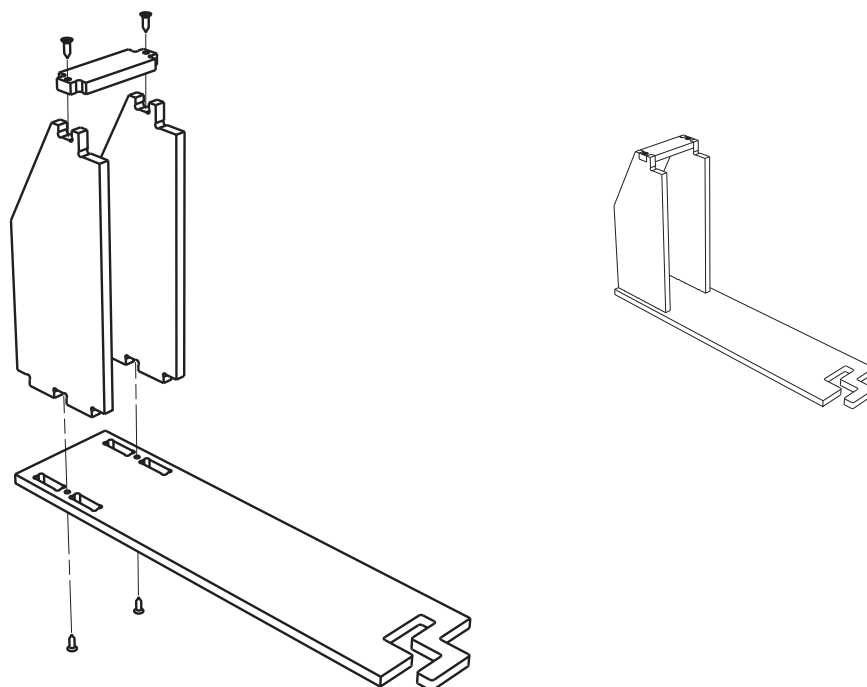
Positionner l'élément gauche (A) et celui du milieu (B) et les assembler avec la vis M6 x 70 et l'écrou M6. Procéder de la même manière pour l'élément droit (C).



Montage du banc d'essai livré en kit 2/2

1 - Montage des culées et des entretoises sur le socle

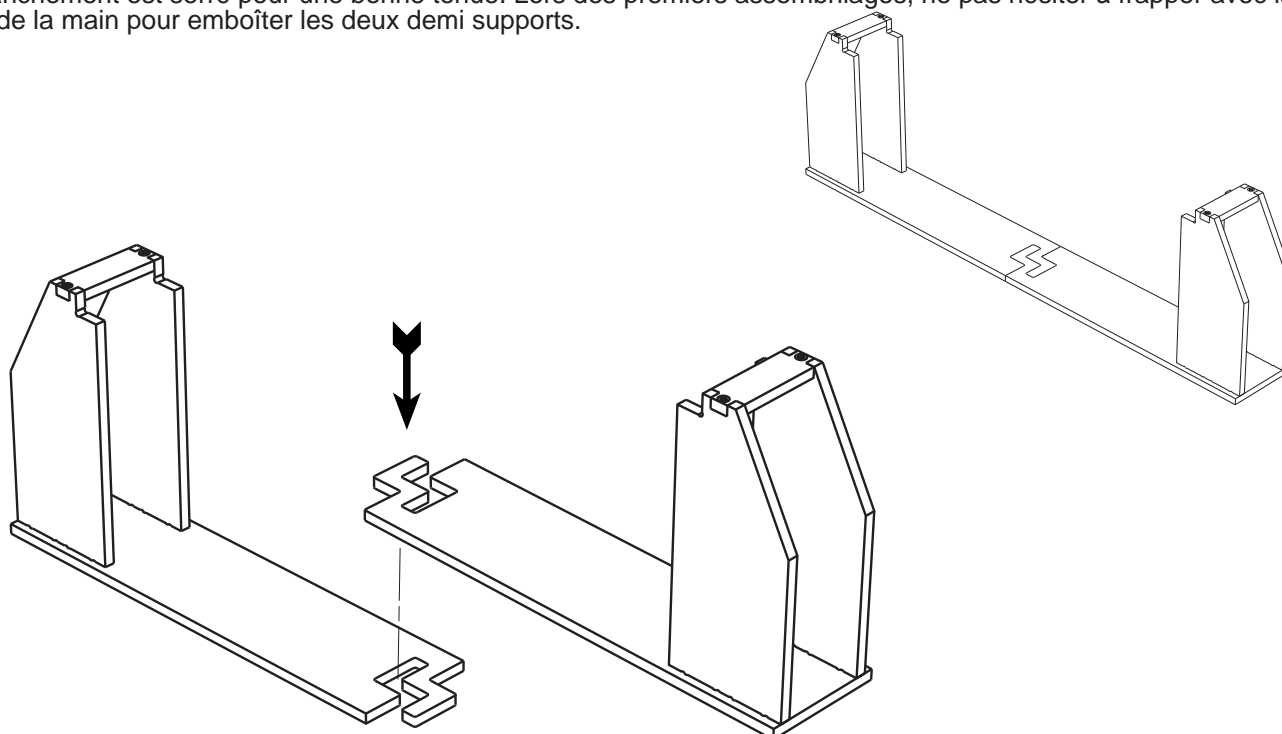
Positionner et fixer les deux culées et l'entretoise à l'aide de 4 vis TF 3x13.
Répéter l'opération pour l'autre demi support.



2 - Montage des deux demi support

Le support est démontable en deux parties pour permettre le rangement dans sa boîte.

Positionner et emboîter en force les deux demi support.
L'emmanchement est serré pour une bonne tenue. Lors des premiers assemblages, ne pas hésiter à frapper avec la paume de la main pour emboîter les deux demi supports.

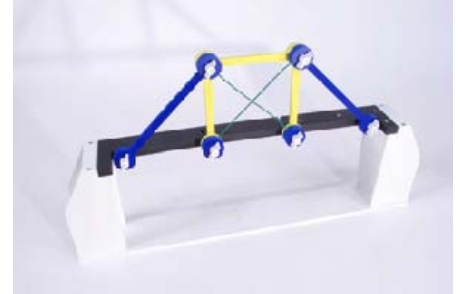
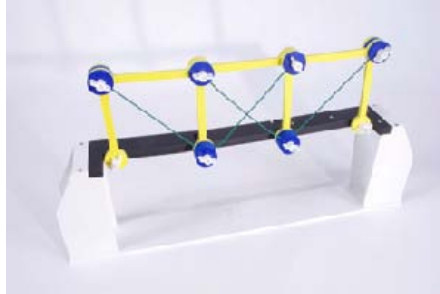


Exemples de réalisations

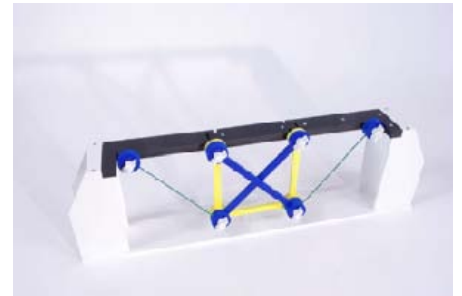
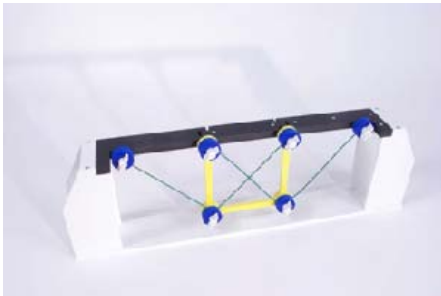
1/2

Le banc d'essai représente une passerelle articulée en trois tronçons.
On doit utiliser les pièces fournies pour créer une ossature (poutre) qui soutient la passerelle.

Exemple de différentes configurations possibles.

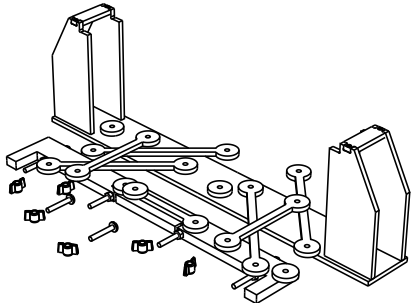


Nota : on dispose de diagonales souples ou rigides, ce qui permet de mettre en évidence les efforts de traction / compression.



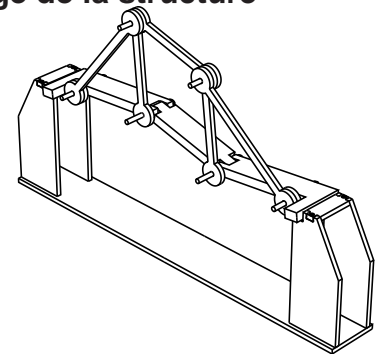
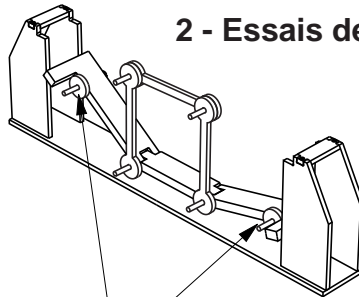
Démarche type

1 - Pièces en vrac sur la table

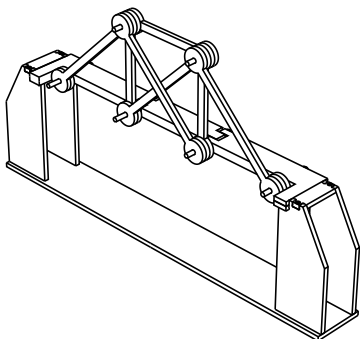


Utilisation des rondelles pour aligner les diagonales sur les montants.

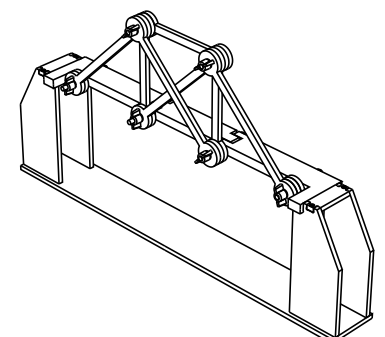
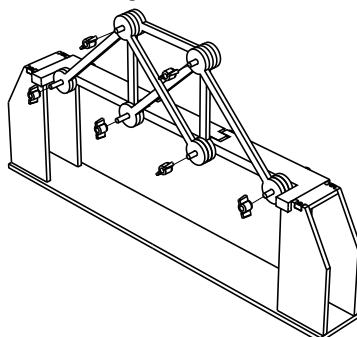
2 - Essais de blocage de la structure

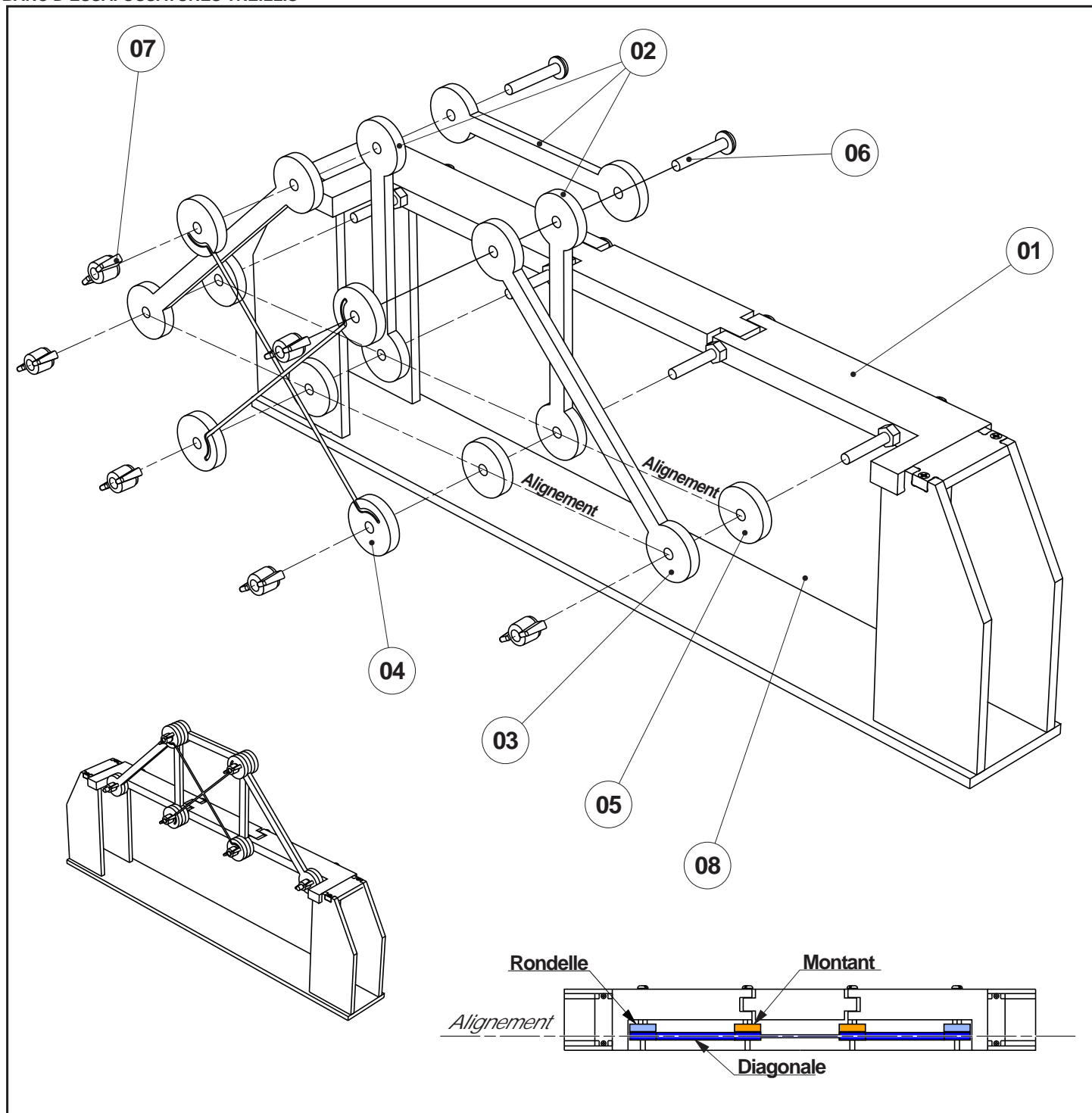


3 - exemple d'une configuration stable réalisée.






4 - Les écrous de blocage sont facultatifs ; ils permettent de mieux bloquer la structure.





08	01	Socle	En 2 parties démontables - PVC expansé 6 mm blanc
07	06	Ecrou plastique	Ecrou papillon Nylon M6
06	02	Vis plastique	Vis Nylon M6 x 35
05	04	Rondelle	PVC bleu, utile pour aligner les barres
04	02	Diagonale souple	Rondelle PVC bleu + lien souple 200 mm
03	02	Diagonale rigide	PVC bleu 200 mm
02	03	Montant	PVC jaune 150 mm
01	01	Tablier articulé	En 3 parties articulées - PVC expansé noir
REPERE	NOMBRE	DESIGNATION	CARACTERISTIQUES

 www.a4.fr	 Collège	 Classe	A4	PROJET Banc d'essai BE-PTRA	PARTIE Ensemble
			TITRE DU DOCUMENT Nomenclature générale		
Nom		Date			

Activité 1 - Comment rendre indéformable une ossature ?

En utilisant seulement les barres rigides du banc d'essai

Questionnement.

Réaliser et schématiser quelques assemblages à plat avec 3 à 7 barres.
Essayer de rigidifier les assemblages qui peuvent se déformer. Schématiser.
Énoncer une règle, un principe pour bloquer un assemblage de barres.

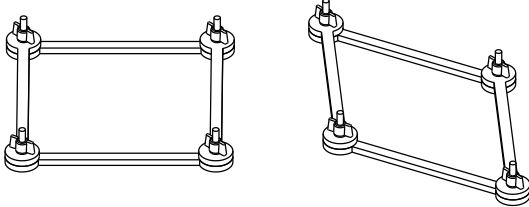
Les élèves doivent à partir d'assemblages simples se rendre compte que seul le triangle est indéformable alors que le carré, le rectangle ou le polygone se déforment..

Manipulation

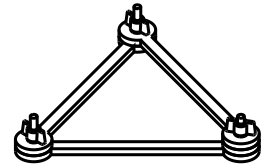
Les élèves ont à leur disposition les barres rigides (montants jaunes et diagonales bleues) et les vis.
Ils réalisent des assemblages et les dessinent dans leur cahier.

Exemples :

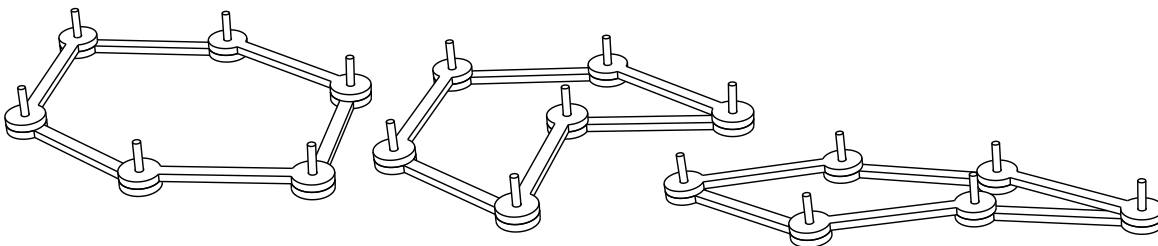
Carrés ou rectangles : ils se déforment.



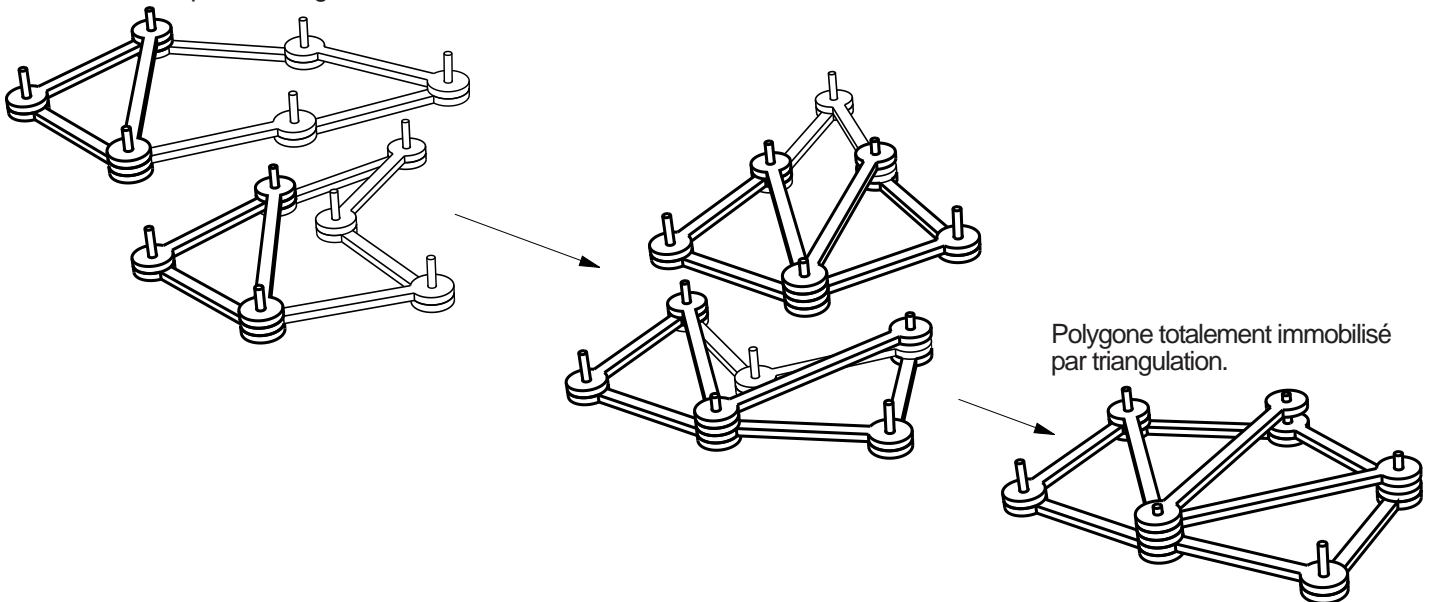
Triangles : ils ne peuvent pas se déformer.



Polygones : ils se déforment...

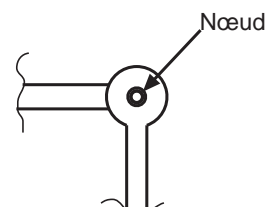


... mais les parties triangulées sont immobilisées :



Synthèse :

On peut constater que seuls les **assemblages réalisés à partir de triangles** sont rigides.
Ils ne peuvent pas se déformer sans être cassés.
Un point de jonction (articulation) entre plusieurs barres s'appelle un nœud.



Activité 1 - Comment rendre indéformable une ossature ?

Fiche élève

Questionnement

En utilisant les barres rigides du banc d'essai "ossatures treillis"

Réaliser et schématiser quelques assemblages à plat avec 3 à 7 barres. Soit des triangles, rectangles et polygones.

Voir quels assemblages (figures) sont déformables.

Essayer de bloquer les assemblages qui peuvent se déformer.

Dans le cahier :

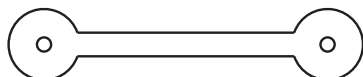
Schématiser quelques assemblages qui peuvent se déformer et quelques assemblages indéformables.

Énoncer une règle, un principe pour bloquer un assemblage de barres.

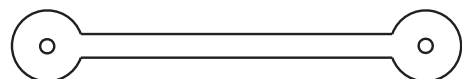
Pièces nécessaires pour les manipulations



Rondelles entretoises



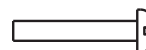
Barres rigides 150 mm (jaunes)



barres rigides 200 mm (bleues)



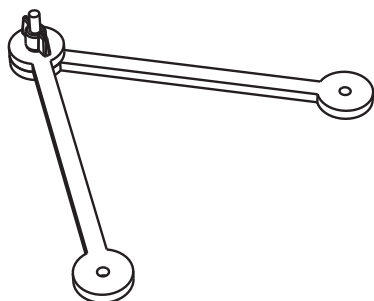
Ecrous papillon Nylon M6



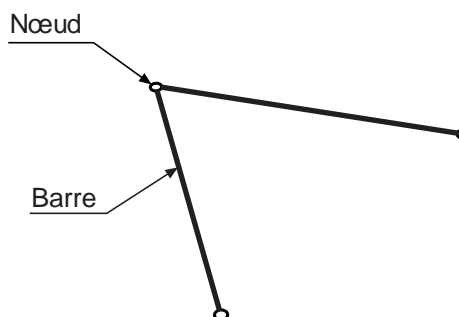
Vis Nylon M6 x 35

Exemples

Exemple de début de montage



Exemple de début de schéma



Conclusion / synthèse

Que peut-on constater pour les triangles, rectangles, polygones ? Sont-ils déformables ou indéformables ?

Expliquer et énoncer une règle à suivre pour construire une figure indéformable.

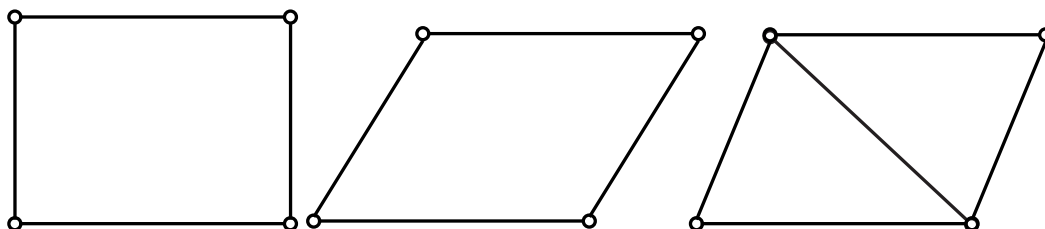
Activité 1 - Comment rendre indéformable une ossature ?

Exemple du cahier d'un élève

Comment rendre indéformable une ossature ?

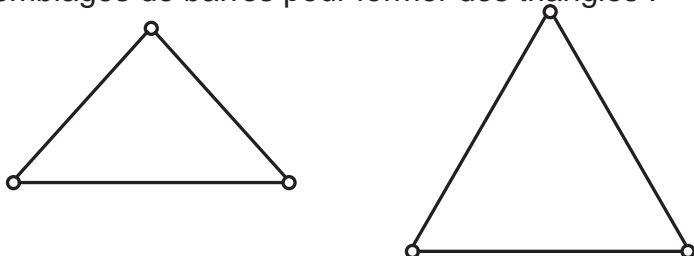
1 - Les essais réalisés :

Assemblages de barres pour former des rectangles :



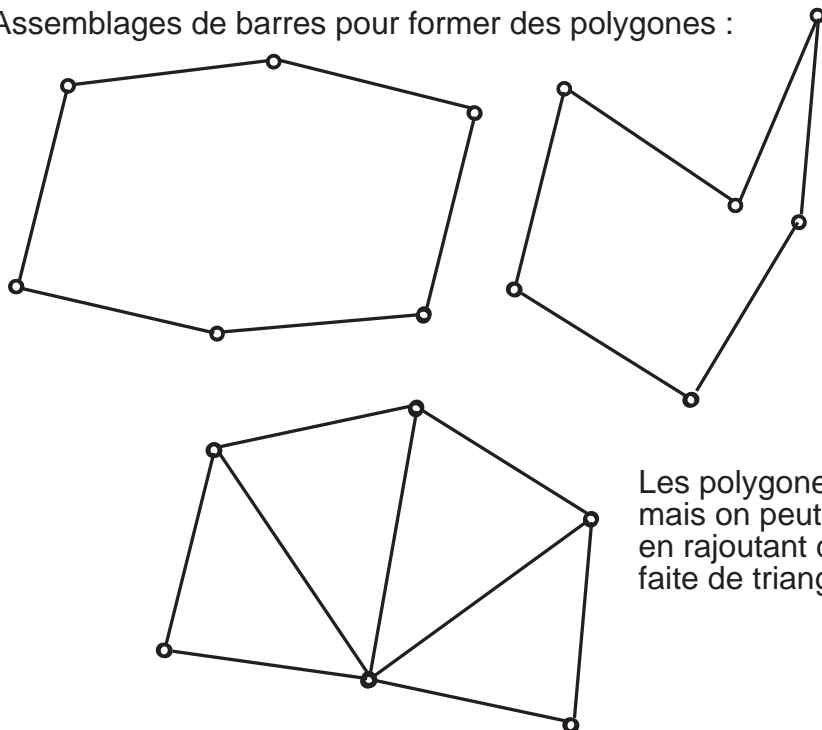
Les rectangles peuvent se déformer
sauf si on les bloque par une barre diagonale.

Assemblages de barres pour former des triangles :



Les triangles sont indéformables
quelles que soient leurs tailles.

Assemblages de barres pour former des polygones :



Les polygones peuvent se déformer
mais on peut les rendre indéformables
en rajoutant des barres pour constituer une figure
faite de triangles

2 - Conclusion

Dans une ossature, les points de liaison entre les différentes barres (poutres) sont appelés "noeuds". Une ossature n'est indéformable que si elle est constituée de triangles. On dit alors qu'elle est stabilisée par triangulation.

Activité 2 - La poutre treillis

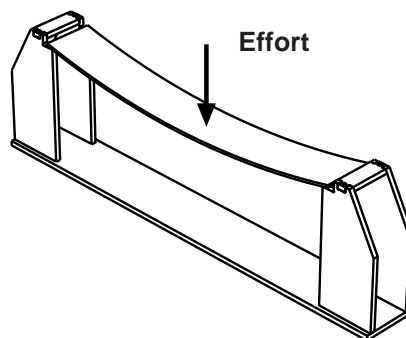
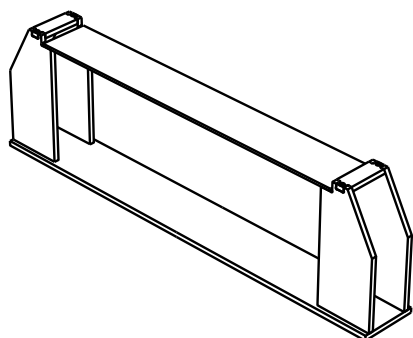
En utilisant le banc d'essais avec les barres rigides.

Questionnement

Comment empêcher le flexion du tablier sur le banc d'essai "ossature treillis" ?

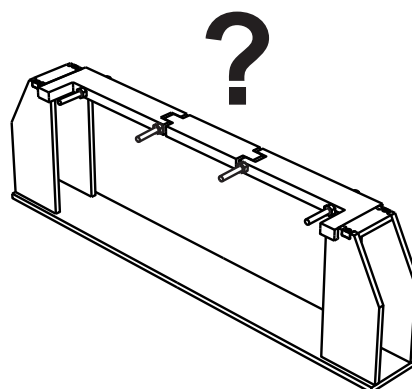
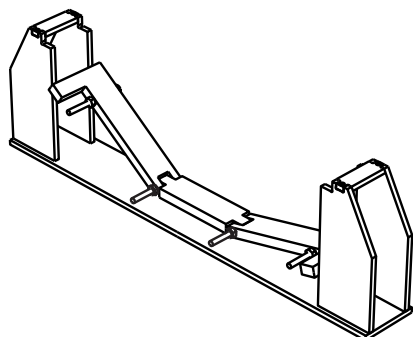
Manipulation 1 - Réalisée par l'enseignant pour mettre en place l'investigation

Un tablier uniforme en PVC ou autre matériau en feuille, est posé sur les deux culées du pont. Ce tablier est soumis à un effort en son centre, on peut constater une flexion.



Manipulation 2 - Réalisée par les élèves

- On remplace le tablier uniforme par un tablier articulé autour de deux nœuds.
- Comment rendre ce tablier rigide en appui sur les deux culées ?



Les élèves ont à leur disposition un banc d'essai par groupe, ils doivent rechercher en le manipulant les solutions possibles et les représenter par des schémas à partir d'une feuille blanche ou du document présenté page suivante.

Pour ces premières manipulations, **on ne donne pas les éléments souples.**

L'élève dispose donc du matériel suivant pour manipuler :

- une maquette symbolisant deux culées,
- un tablier déformable (articulé),
- un lot de diagonales de 200 mm bleues,
- un lot de montants de 150 mm jaunes,
- un lot d'écrous papillon,
- un lot de rondelles entretoise.

Résultat, synthèse des manipulations :

Pour maintenir le tablier d'un pont, la poutre treillis peut avoir des formes différentes et des positions différentes, en dessous ou au dessus du tablier ; mais elle doit toujours être triangulée.

Activité 2 - La poutre treillis

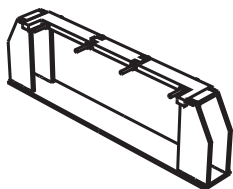
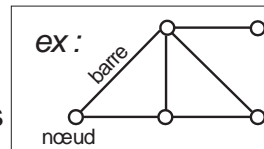
Fiche élève

Problème à résoudre

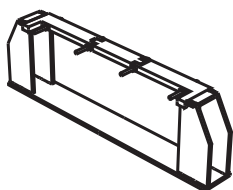
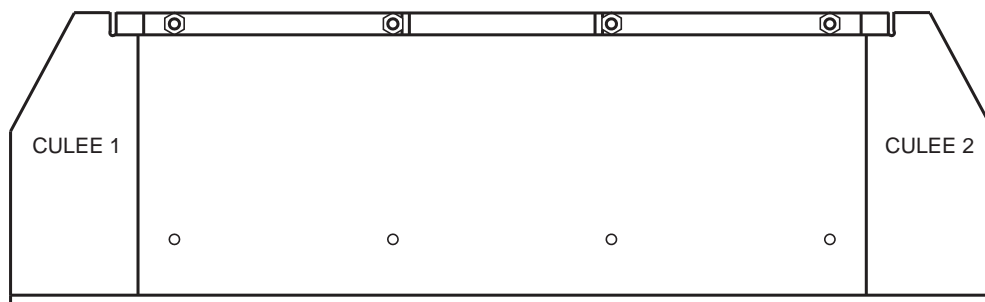
Tester et représenter différentes ossatures pour soutenir une passerelle.

Travail demandé

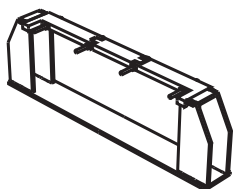
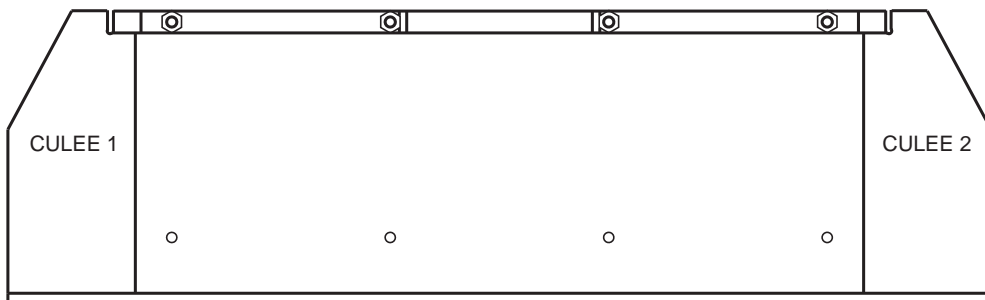
A partir des essais réalisés sur le banc d'essai "ossatures treillis", compléter les dessins ci-dessous en représentant les barres par des traits forts et les nœuds par des cercles. Compléter aussi les petites perspectives.



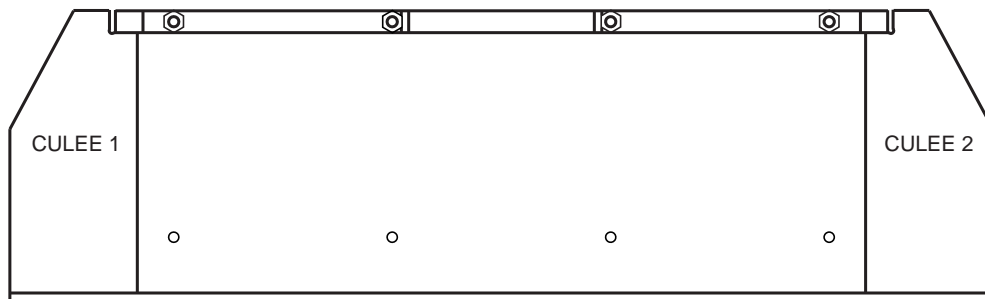
○ ○ ○ ○



○ ○ ○ ○



○ ○ ○ ○



Activité 2 - La poutre treillis

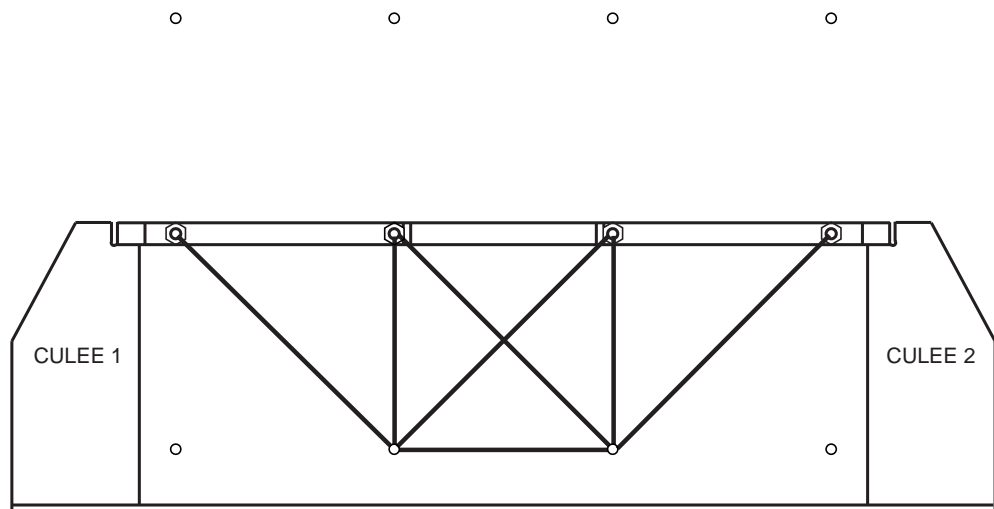
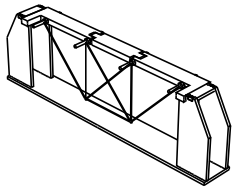
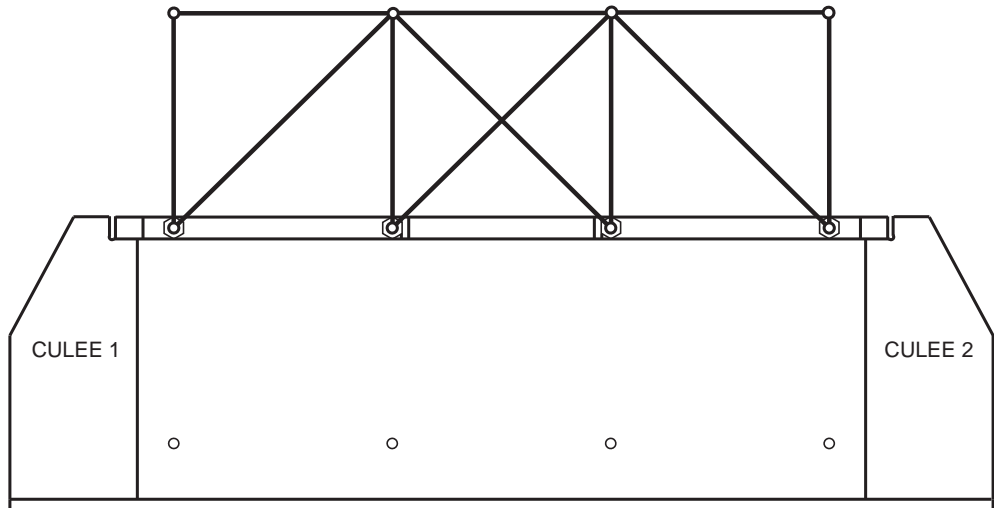
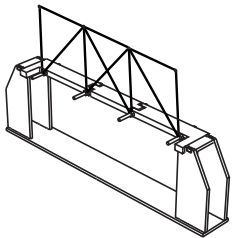
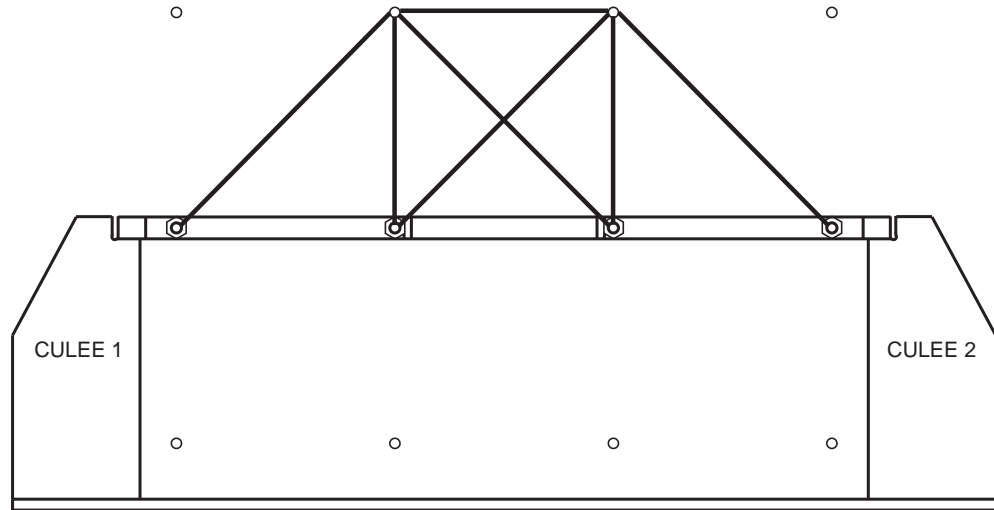
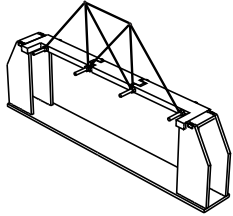
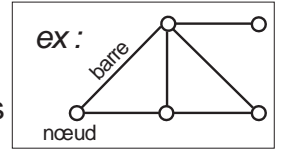
Exemple de production réalisée à partir de la fiche élève

Problème à résoudre

Tester et représenter différentes ossatures pour soutenir une passerelle.

Travail demandé

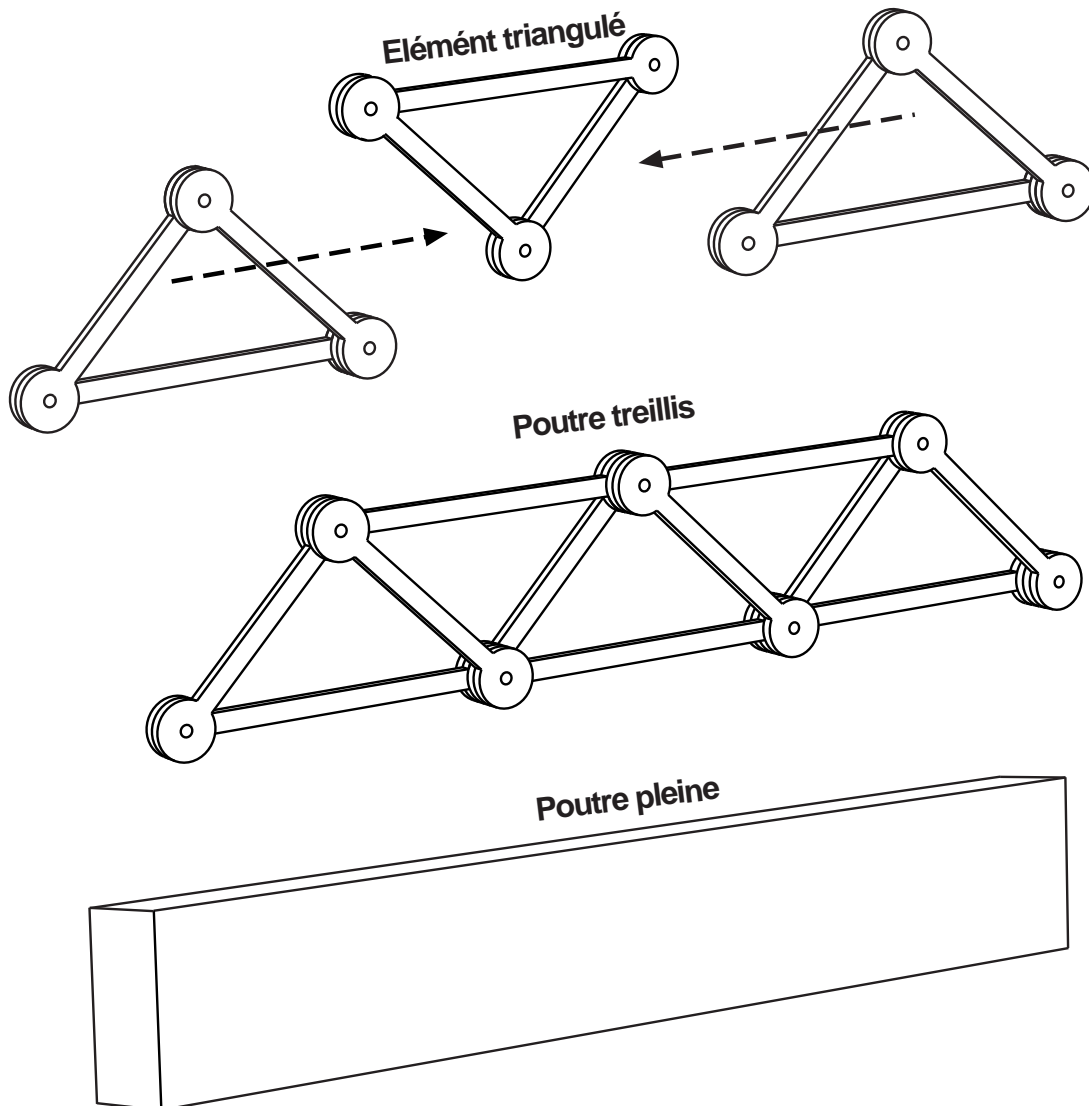
A partir des essais réalisés sur le banc d'essai "ossatures treillis", compléter les dessins ci-dessous en représentant les barres par des traits forts et les nœuds par des cercles. Compléter aussi les petites perspectives.



Activité 2 - La poutre treillis

Exemple de synthèse dans le cahier 1/2

La poutre treillis



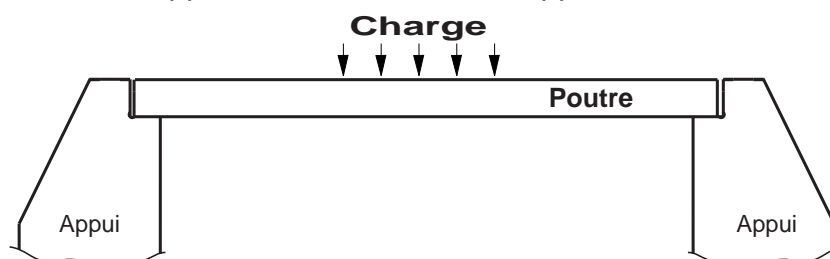
- **Pour être stabilisée une ossature doit être triangulée**, c'est à dire être constituée de triangles ou comporter des triangles qui vont bloquer la structure.

- Si on assemble plusieurs éléments triangulés "bout à bout", on réalise ce qu'on appelle une poutre treillis. Elle présente deux avantages :

- la rigidité,
- la légèreté par rapport à une poutre pleine.

Qu'est ce qu'une poutre ?

Une poutre est une pièce longue qui sert à supporter une charge au dessus du vide. Dans le cas d'un pont elle est en appui sur deux culées et supporte le tablier.



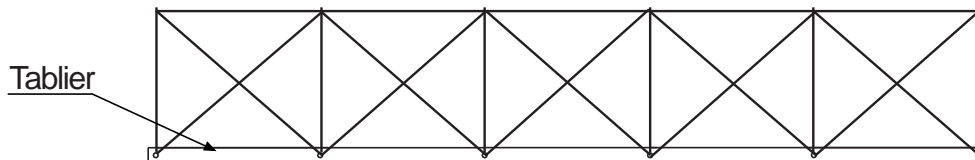
Activité 2 - La poutre treillis

Exemple de synthèse 2/2

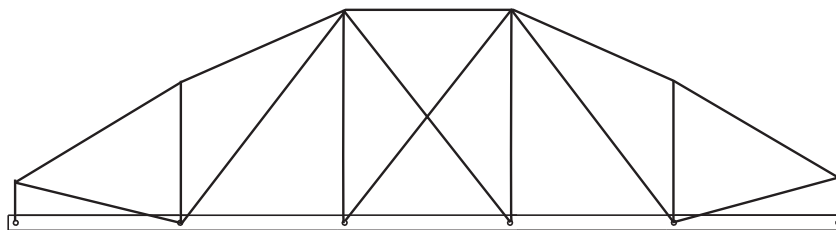
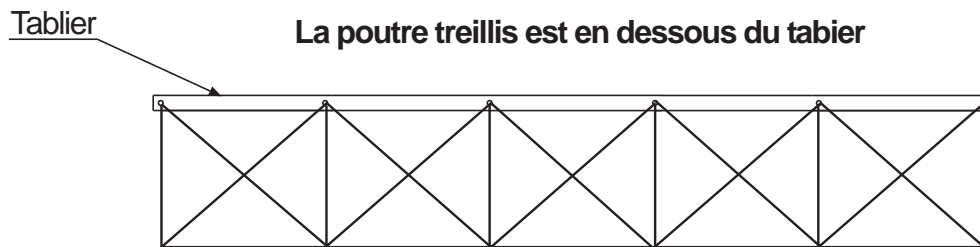
La poutre treillis

On peut utiliser une (ou plusieurs) poutre comme une poutre treillis pour soutenir le tablier d'un pont.
La poutre peut avoir des positions différentes, en dessous ou au dessus du tablier, ainsi que des géométries, des formes différentes.

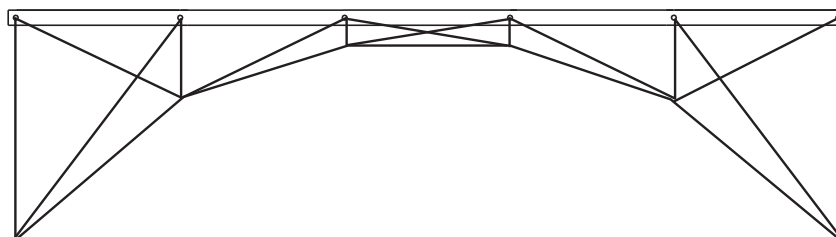
La poutre treillis est au dessus du tablier



La poutre treillis est en dessous du tablier



Autres formes de poutre treillis



Nota :

- Il existe d'autres moyens que les poutres pour maintenir un tablier de pont.
- Il existe d'autres types de poutre que la poutre treillis.

Activité 3 - Les contraintes de traction et compression

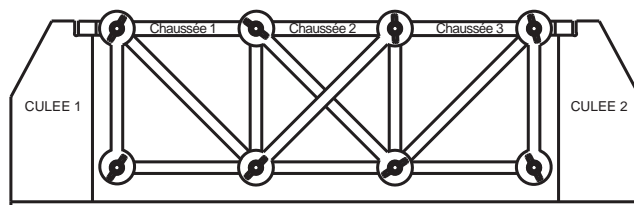
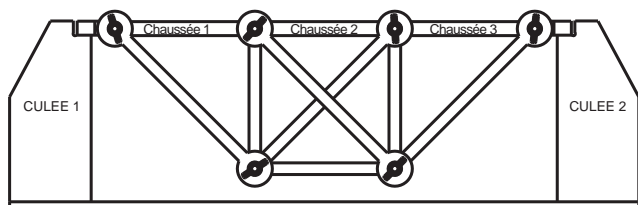
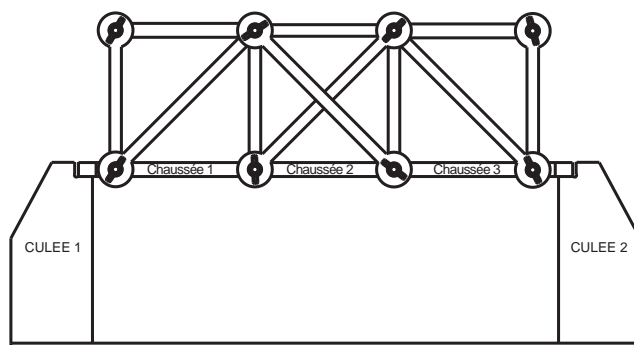
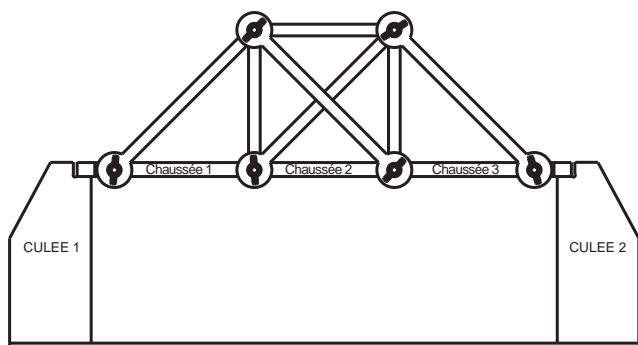
En utilisant le banc d'essai avec les diagonales rigides et les diagonales souples.

Problème posé

Peut-on remplacer des diagonales rigides par des souples ?
Quels sont efforts que subissent les diagonales ?

Manipulations

On applique une charge au milieu de la passerelle du banc d'essai (appui à la main) et on observe comment la maquette se déforme. On remplace partout où cela semble possible les diagonales rigides par des souples et on observe le résultat. Le but est d'identifier quelles sont les diagonales tendues et quelles sont les diagonales comprimées ?



Les élèves ont à leur disposition un banc d'essai par groupe, ils doivent à partir de manipulations, rechercher les solutions possibles et les représenter sur un schéma à partir d'une feuille blanche ou du document présenté page suivante.

L'élève dispose du banc d'essai "ossature treillis complet" pour manipuler :

- un socle symbolisant deux culées,
- un tablier déformable (articulé),
- un lot de diagonales de 200 mm rigides bleues,
- un lot de diagonales de 200 mm souples à rondelles bleues,
- un lot de montants de 150 mm jaunes,
- un lot d'écrous papillon,
- un lot de rondelles entretoise.

Synthèse :

Les poutres, membrures ou diagonales d'une ossature treillis sont soit tendues, soit comprimées selon leur position et les efforts appliqués à la structure.

Les efforts ne s'appliquent pas sur une seule pièce mais sont répartis dans toutes les pièces de la structure.

Activité 3 - Les contraintes de traction et compression

Fiche élève 1/2

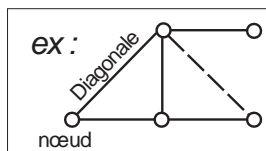
Utiliser le banc d'essai "ossature treillis" avec les diagonales rigides et les diagonales souples.

Problème posé

- Peut-on remplacer des diagonales rigides par des souples ? Quels sont efforts que subissent les diagonales ?

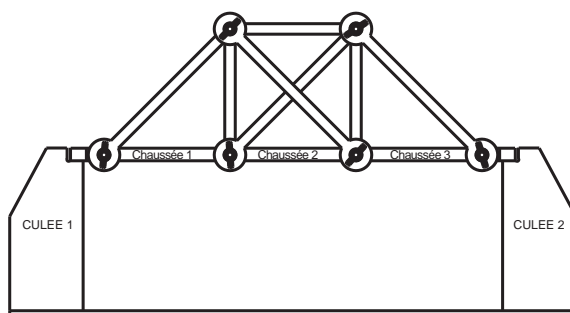
Manipulations

- Reproduire les structures proposées en remplaçant partout où cela est possible les diagonales rigides par des souples.
- Schématiser les montages modifiés en utilisant le code suivant :

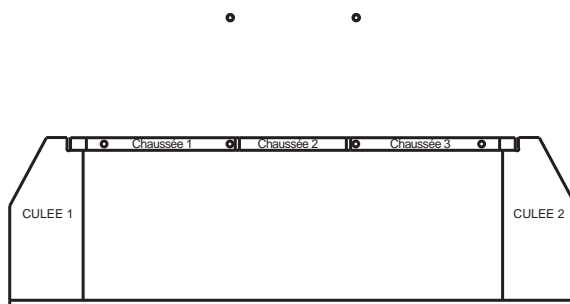


— Diagonale rigide
 - - - Diagonale souple

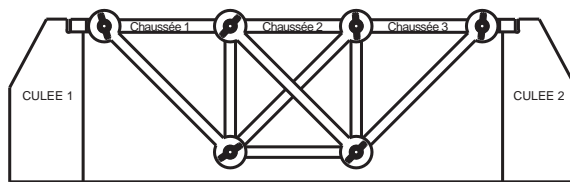
MONTAGE 1 - STRUCTURE DE DEPART (constituée uniquement de diagonales rigides)



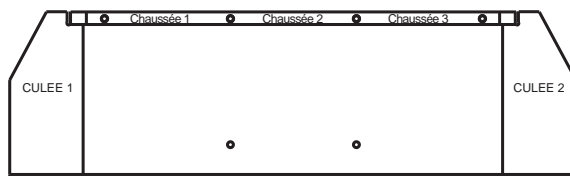
STRUCTURE MODIFIEE (remplacement de diagonales rigides par des diagonales souples)



MONTAGE 2 - STRUCTURE DE DEPART (constituée uniquement de diagonales rigides)



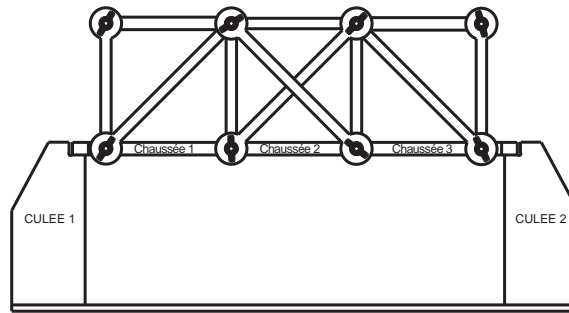
STRUCTURE MODIFIEE (remplacement de diagonales rigides par des diagonales souples)



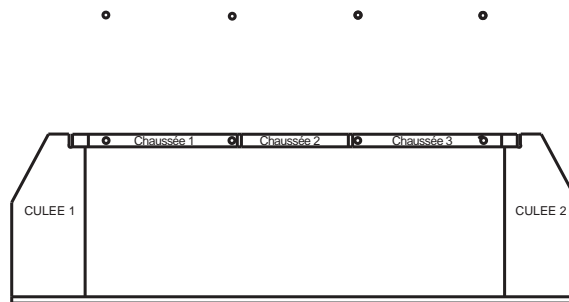
Activité 3 - Les contraintes de traction et compression

Fiche élève 2/2

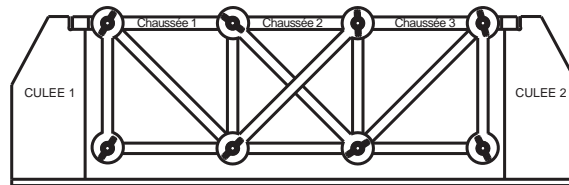
MONTAGE 3 - STRUCTURE DE DEPART (constituée uniquement de diagonales rigides)



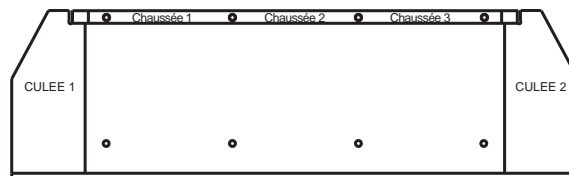
STRUCTURE MODIFIEE (remplacement de diagonales rigides par des diagonales souples)



MONTAGE 4 - STRUCTURE DE DEPART (constituée uniquement de diagonales rigides)



STRUCTURE MODIFIEE (remplacement de diagonales rigides par des diagonales souples)



Peut-on remplacer des diagonales rigides par des souples ?

Quels types d'efforts les diagonales souples et sur les diagonales rigides subissent-elles ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Activité 3 - Les contraintes de traction et compression

Exemple de corrigé de la fiche élève

Utiliser le banc d'essai "ossature treillis" avec les diagonales rigides et les diagonales souples.

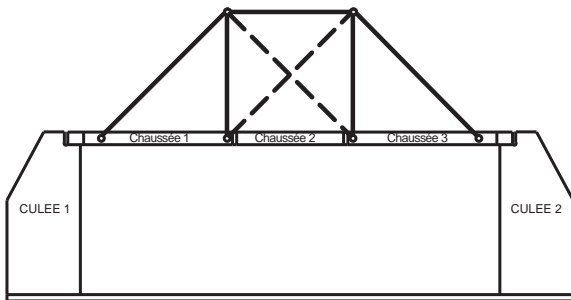
Problème posé

- Peut-on remplacer des diagonales rigides par des souples ? Quels sont efforts que subissent les diagonales ?

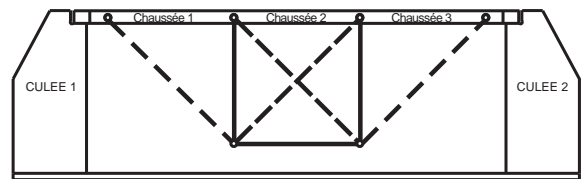
Manipulations

- Reproduire les structures proposées en remplaçant partout où cela est possible les diagonales rigides par des souples.
- Schématiser les montages modifiés selon le code donné dans la fiche élève

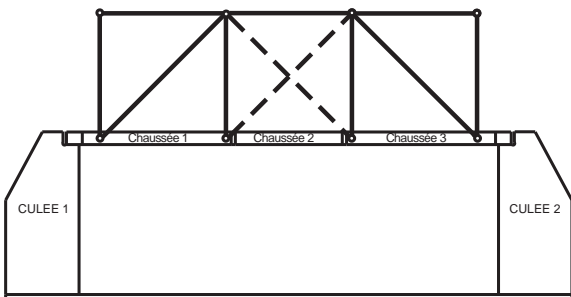
MONTAGE 1 - Schéma de la structure modifiée :



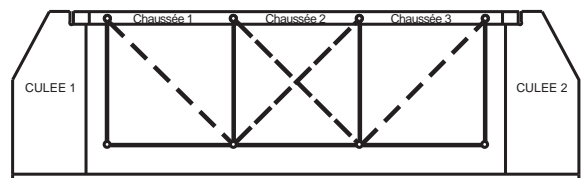
MONTAGE 2 - Schéma de la structure modifiée :



MONTAGE 3 - Schéma de la structure modifiée :



MONTAGE 4 - Schéma de la structure modifiée :



Peut-on remplacer des diagonales rigides par des souples ?
Quels types d'efforts les diagonales souples et sur les diagonales rigides subissent-elles ?

Dans certains cas, on peut remplacer les diagonales rigides par des souples.

Les diagonales souples ne résistent qu'à la traction alors que les diagonales rigides résistent aussi en compression.

On peut donc placer des diagonales souples partout où elles ne sont sollicitées qu'en traction.

Les diagonales souples peuvent subir des efforts de traction.

Les diagonales rigides peuvent subir des efforts de compression.

Nota 1 : les diagonales rigides résistent aussi en traction.

Nota 2 : pour un même profil de treillis, selon la direction des efforts appliqués, les éléments (montants et diagonales) ne sont pas forcément soumis aux mêmes type d'effort.

Activité 3 - Les contraintes de traction et compression

Exemple de synthèse

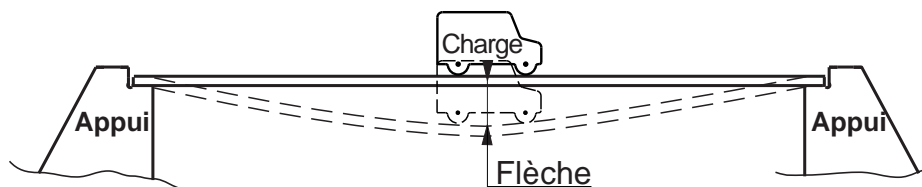
Comment soutenir le tablier d'un pont ?

La poutre treillis est une des solutions possibles pour renforcer le tablier et limiter sa flexion. Elle peut être réalisée dans différents matériaux.

Les poutres et les déformations :

Si on pose une poutre de tablier sur deux appuis, on peut voir que celle-ci fléchit toujours quand on pose une masse dessus. On va parler de **flexion de la poutre**. (Le déplacement vertical de la poutre s'appelle **la flèche**).

Flexion de la poutre

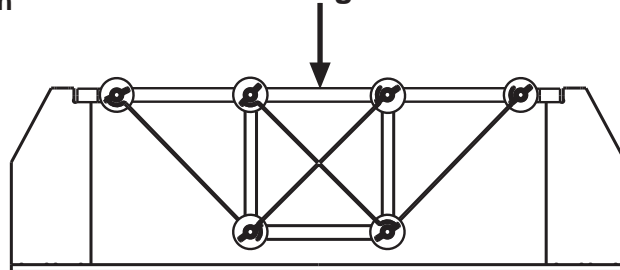


Dans les ossatures **certaines barres sont étirées (effort de traction) et d'autres sont comprimées**.

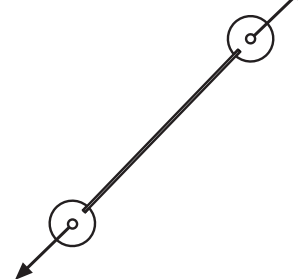
Barre soumise à un effort de compression



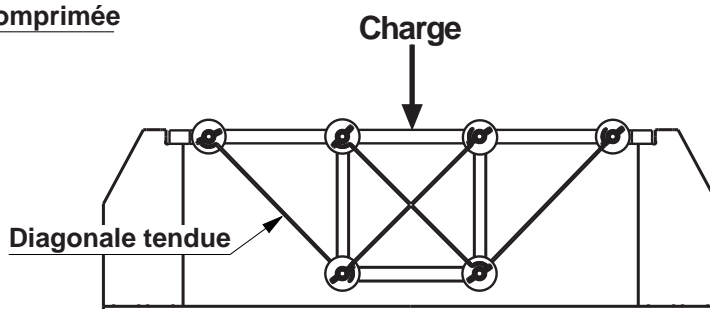
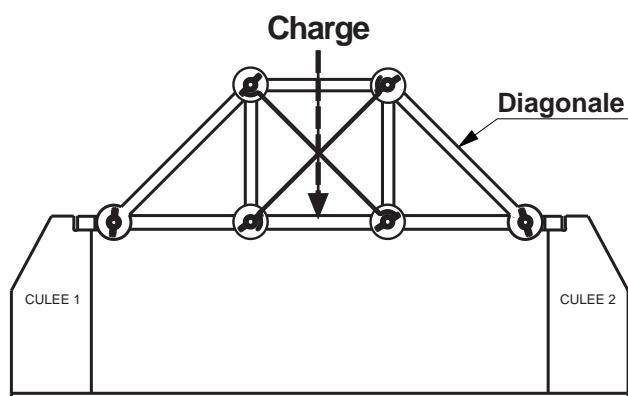
Charge



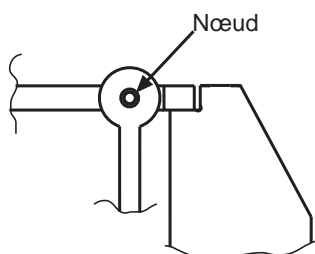
Barre soumise à un effort de traction



En fonction de la position de la poutre treillis par rapport au tablier, ce ne sont pas les mêmes barres qui sont tendues ou comprimées.



Rappel : Le nœud correspond au point de convergence des barres dans une ossature. C'est l'endroit où les barres sont liées entre elles (l'endroit où s'exerce l'effort).



Activité 3 - Les contraintes de traction et compression

Suggestion pour un exercice supplémentaire

En utilisant trois diagonales rigides avec vis écrous et une diagonale souple.

Problème posé

Comment faire apparaître les actions de traction ou de compression qui agissent sur les barres ?

Manipulation proposée

Assembler trois diagonales pour former un triangle, les maintenir verticalement sur la table et appuyer sur leur sommet.

Que se passe-t'il ? Que peut-on en déduire ?

L'enseignant dessine au tableau une première figure (schéma).

Les élèves copient le schéma, manipulent et rédigent leurs conclusions sur leur cahier;

Ils doivent tester, manipuler et dessiner d'autres configurations et en tirer des conclusions.

On peut faire remarquer aux élèves que le système est en équilibre grâce à la réaction de la table.

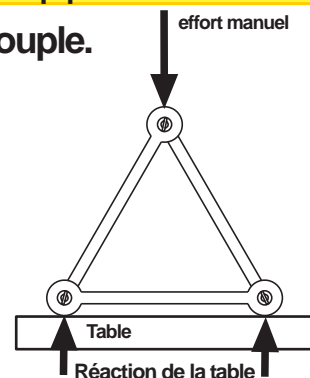
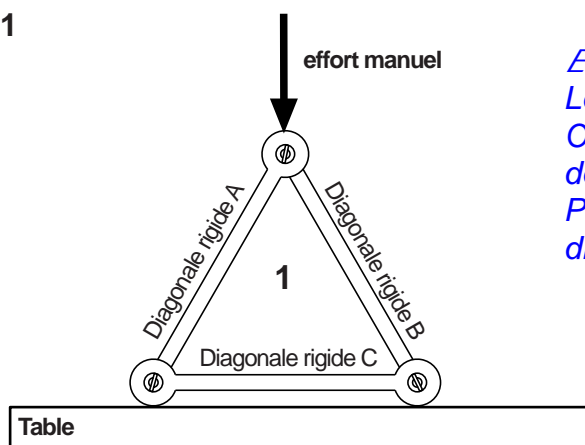


Figure 1

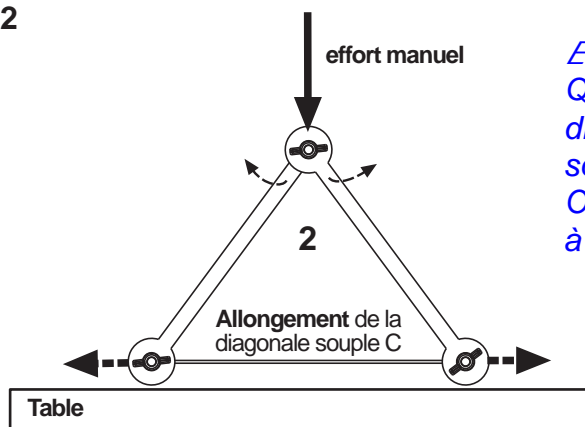


Exemple de réponse élève

Le triangle est stable sur la table, il ne se déforme pas. On ne peut pas savoir quels actions subissent chacune des diagonales.

Pour faire apparaître les actions, il faut remplacer les diagonales rigides par des souples.

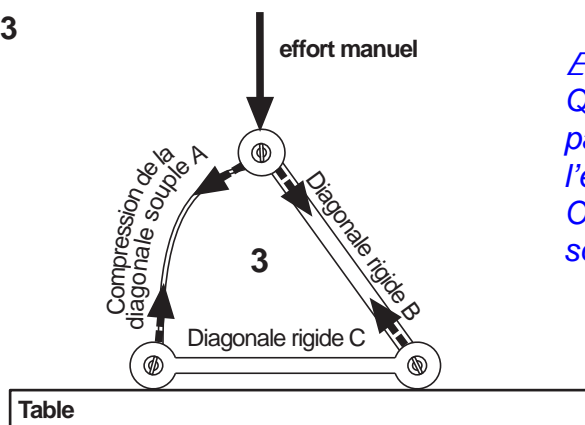
Figure 2



Exemple de réponse élève

Quand on remplace la diagonale rigide C par une diagonale souple, les deux cotés du triangle s'écartent sous l'effort. La diagonale souple C s'allonge. On peut donc constater que la diagonale C est soumise à un effort de traction.

Figure 3



Exemple de réponse élève

Quand on remplace une des diagonales rigides A ou B par une diagonale souple, le triangle s'effondre sous l'effort. La diagonale souple (a ou B) ploie.

On peut donc constater que les diagonales A et B sont soumises à un effort de compression.