Les grands principes de structure

Le bois constitue un matériau de choix pour réaliser les structures des bâtiments.

On l'utilise sous différentes formes, dont les plus fréquentes sont le bois massif ou le bois lamellé collé.

Nous allons réfléchir sur les structures qui permettent le franchissement, c'est-à-dire d'enjamber l'espace pour relier 2 points. Ce sont essentiellement les charpentes des bâtiments et les ponts.

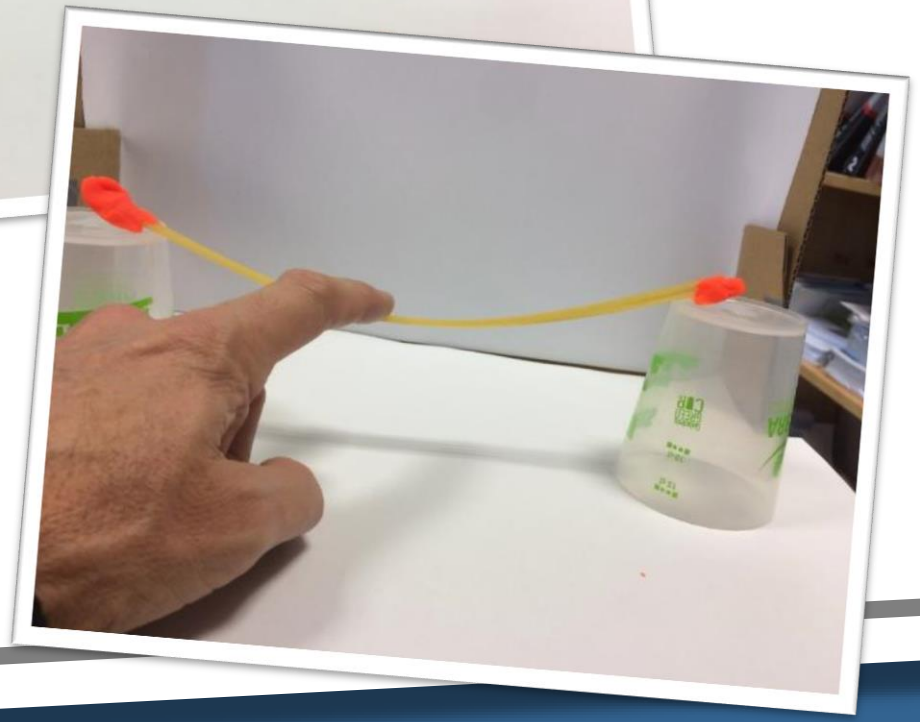
Nous allons découvrir 5 cas:
1er cas: l'appui libre
2eme cas: la ferme
3eme cas: la poutre sous tendue
4em cas: le portique
5eme cas: la poutre triangulée

Nos spaghettis représenteront des pièces en bois massif ou lamellé collé, le scotch nous permettra de faire les assemblages, la pate à modeler permettra de les faire tenir sur le sol.

Le matériel de construction

- 1 paquet de Spaghetti (les plus gros, n°7)
- 1 pot de pate à modeler
- 1 feutre
- 1 paire de ciseau
- 1 rouleau de scotch américain
- Des verres ou gobelets rigides (sur les gobelets jetables en plastique, la pate à modeler n’adhère pas)

1er cas: une poutre sur appui simple

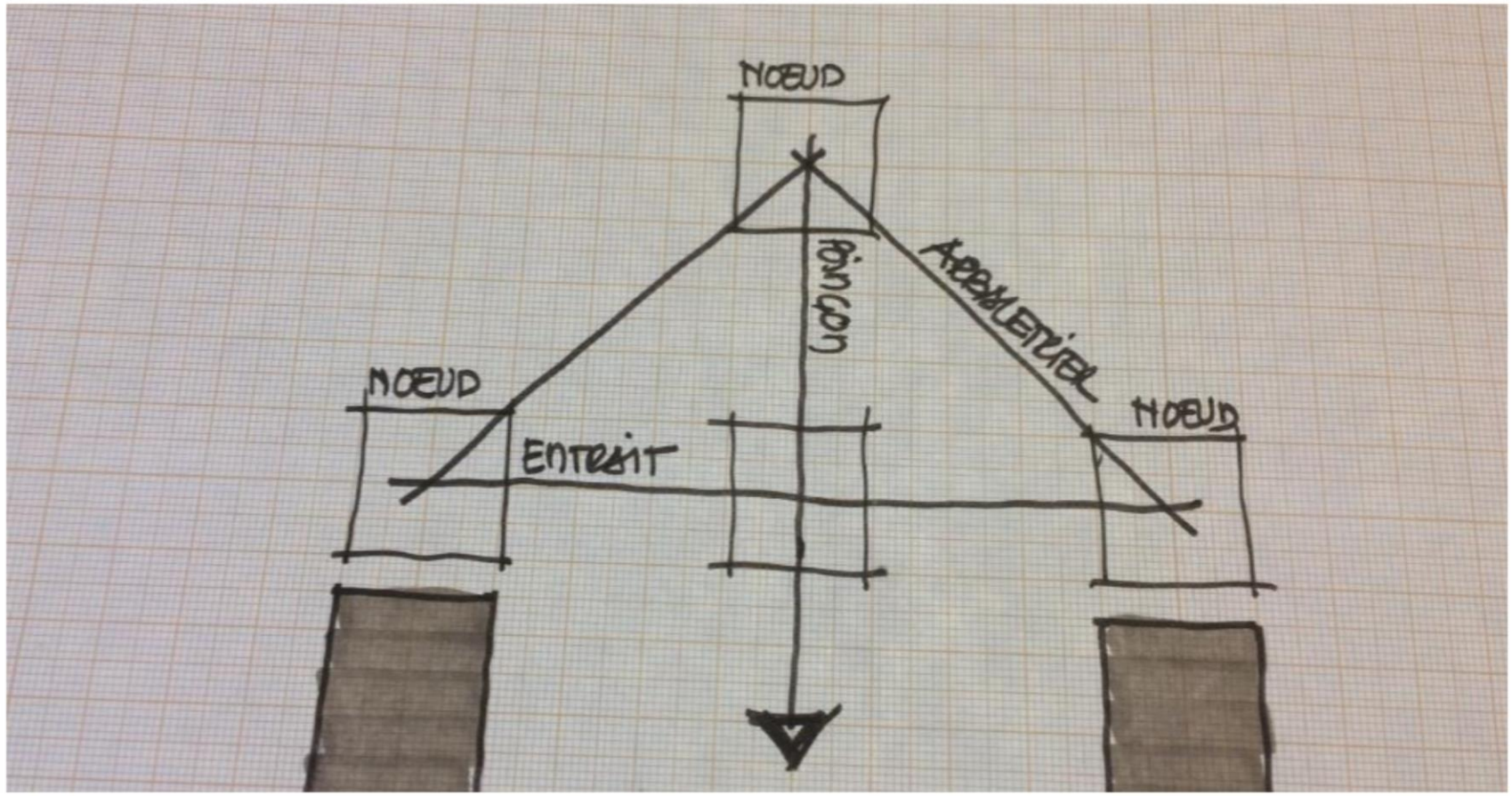


- **LA SITUATION : on réalise <u>un ouvrage de franchissement</u> avec 4 spaghettis, pour rejoindre 2 gobelets.**
- **On applique ensuite avec le doigt un effort vertical.**
- **Plus on augmente, plus les spaghettis fléchissent, jusqu'à un point de rupture. Plusieurs élèves doivent tester la flexion pour ressentir la résistance, et pouvoir ensuite la comparer avec une autre solution.**

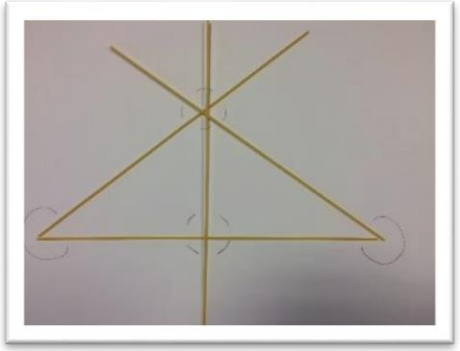
2e cas : une ferme

- **LA QUESTION: peut on améliorer la performance de nos 4 spaghettis? C'est-à-dire plus de résistance et moins de flexion?**

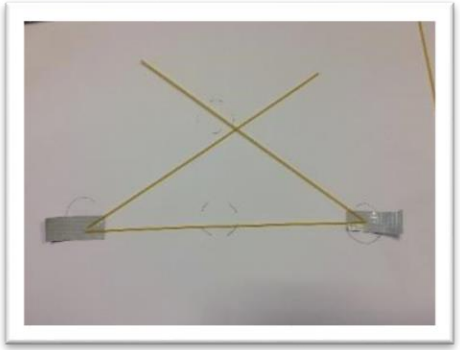
- **OUI, avec une structure appelée une <u>ferme</u>, que nous allons réaliser avec l'aide d'un peu de scotch.**



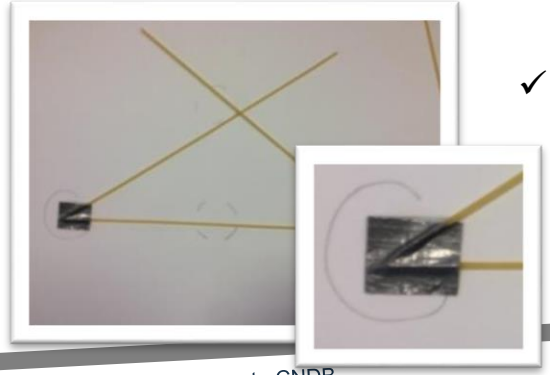
2e cas : une ferme



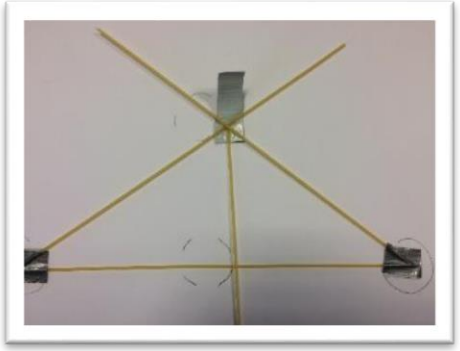
- ✓ **Mise en place de la forme de la structure, et marquage sommaire des points d'assemblage**



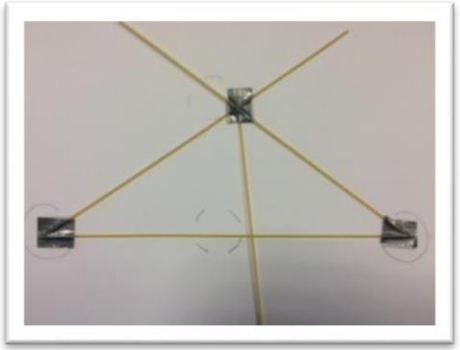
- ✓ **Mise en place du scotch et partie arrière de l'entrait**



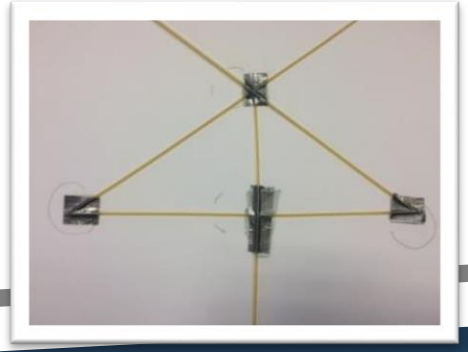
- ✓ **Retournement du scotch, et lissage pour une bonne adhésion**



- ✓ **Pose du scotch en arrière et du poinçon**

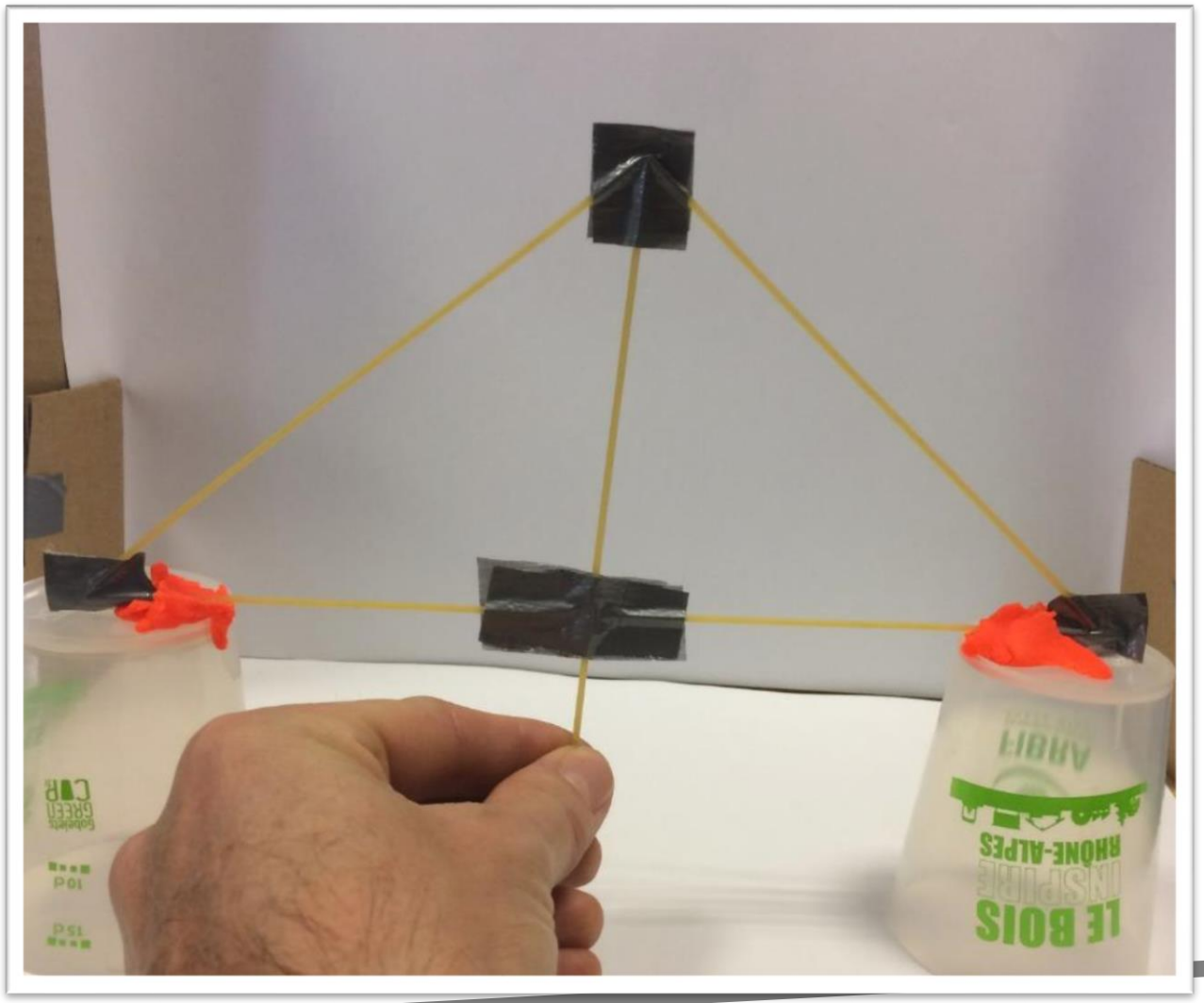


- ✓ **Fermeture du scotch sur le poinçon**



- ✓ **Scotch devant et derrière pout lier poinçon et entrait**

2e cas : une ferme



TEST:
avec cet assemblage toujours composé de 4 spaghettis, la structure réalisée est beaucoup plus résistante, et ne se déforme plus.

2e cas : exemples de fermes

▼ Ferme classique avec entrait retroussé (rehaussé)

▲

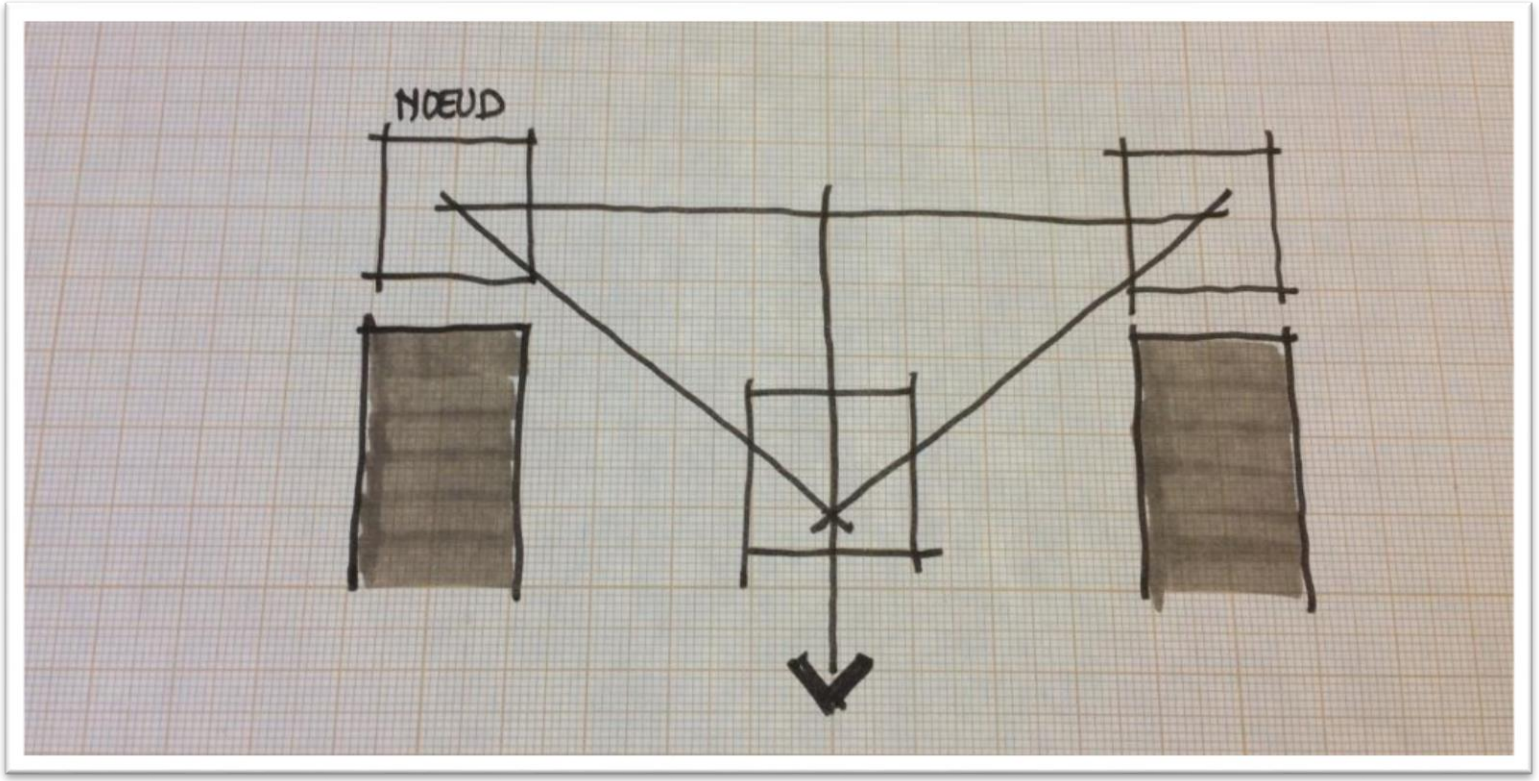
Ferme classique avec entrait moisé (l'entrait, c'est-à-dire la pièce horizontale qui travaille en traction en doublée.)

2e cas : exemples de fermes

► Ferme classique avec entrait réalisé avec un tirant et des membrures métalliques

► Ferme classique avec entrait retroussé (rehaussé) réalisé avec un tirant métallique.

3e cas : une poutre sous tendue

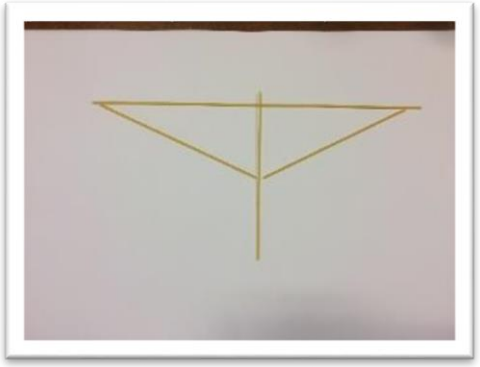


LA SITUATION:
Imaginons cette fois que nous avons besoin d'une surface plate au-dessus, comme pour une route, une toiture terrasse…

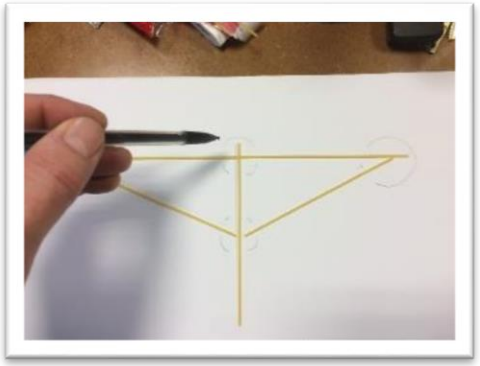
LA QUESTION:
Pouvons nous nous inspirer de la structure précédente pour améliorer la résistance, sans avoir d'éléments au dessus de l'horizontal?

OUI: nous pouvons utiliser le système inverse de la ferme avec une <u>poutre sous tendue</u>

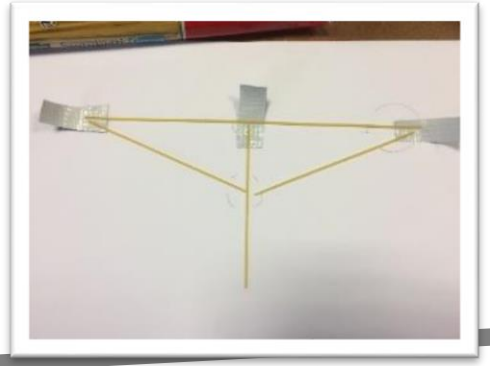
3e cas : une poutre sous tendue



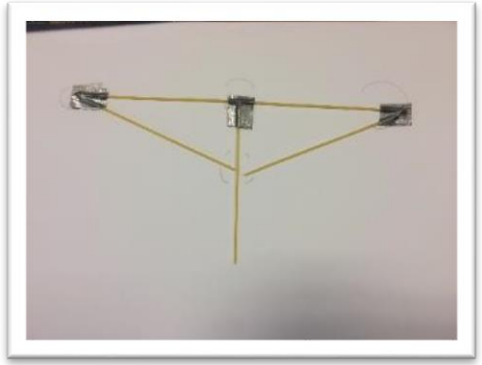
- ✓ **Mise en place de la forme de la structure**



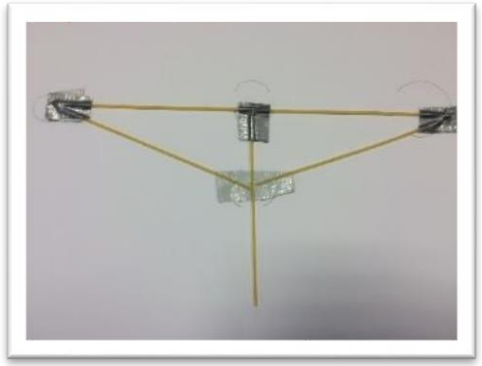
- ✓ **Marquage sommaire des points d'assemblage**



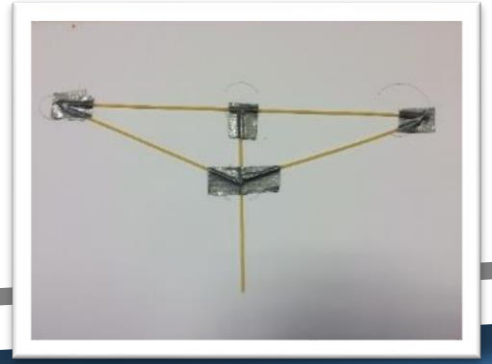
- ✓ **Pose des scotch en dessous**



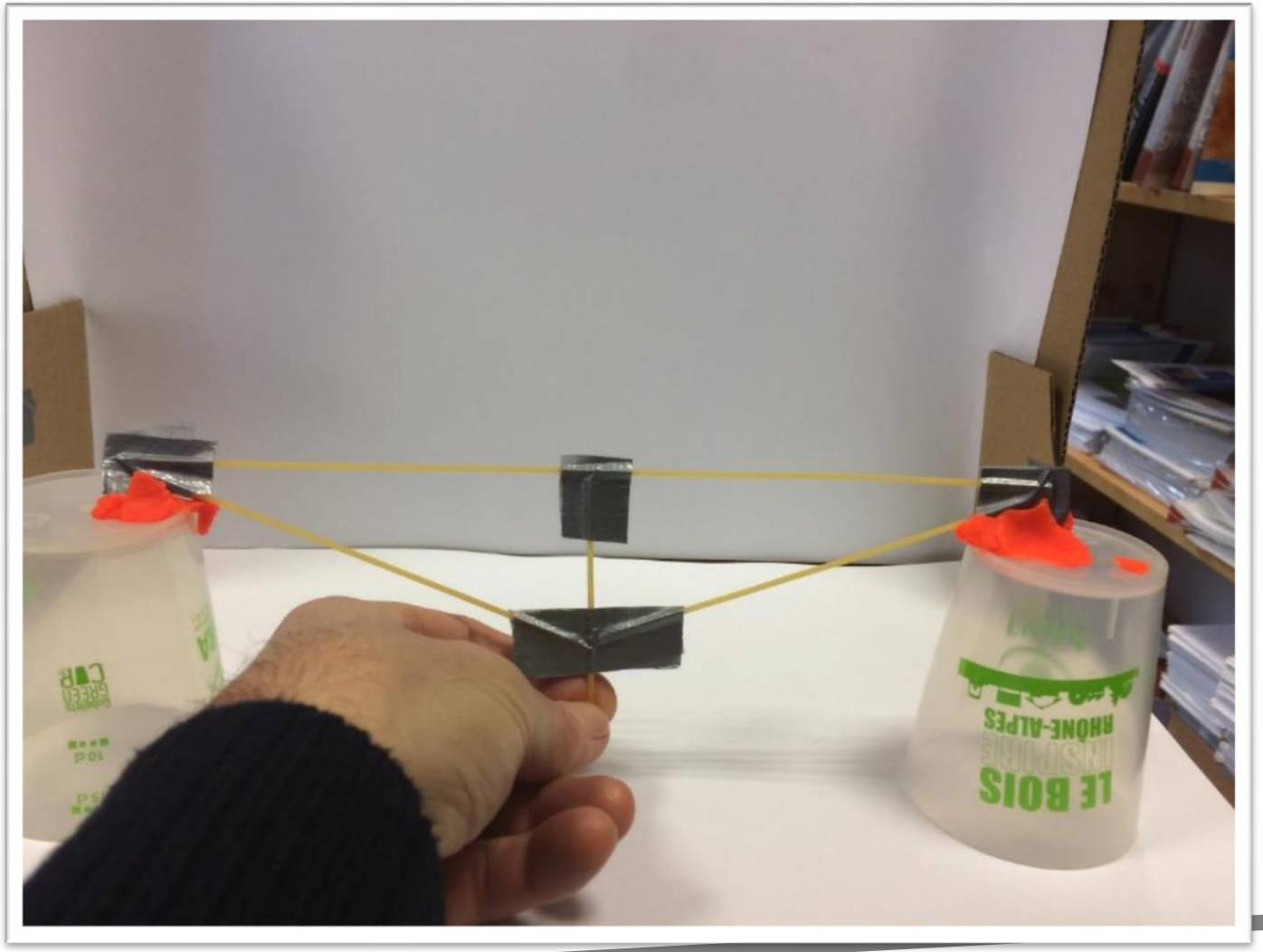
- ✓ **Retournement des scotchs et lissage**



- ✓ **Fixation du poinçon**



3e cas : une poutre sous tendue



TEST:

la structure réalisée est beaucoup plus résistante, et ne se déforme plus.

3e cas : exemples de poutres sous tendues

▼ Poutre sous tendue en bois massif.

►

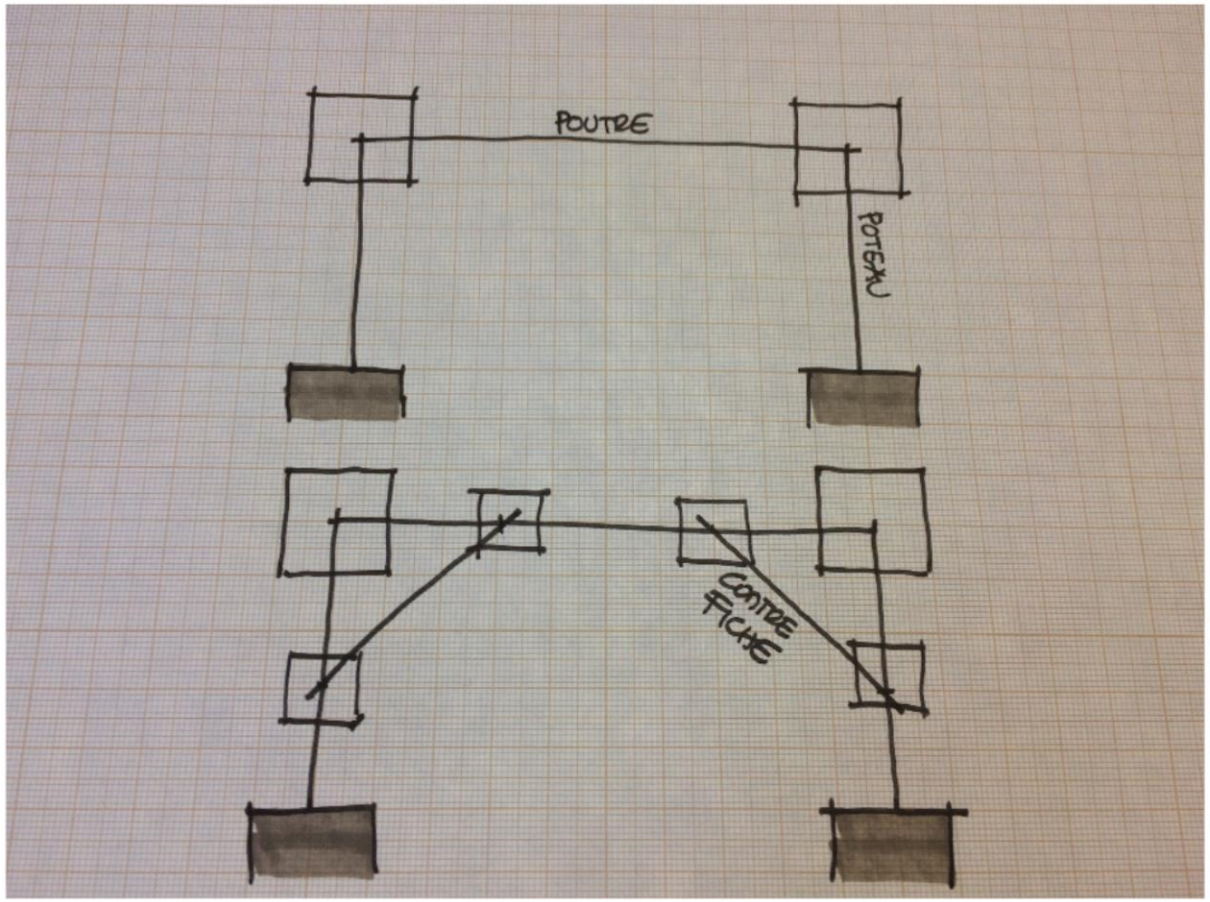
Pour ce gymnase, la charpente est réalisée avec des poutres sous tendues constituées de doubles poutres en bois lamellé collé, et d'une sous tension métallique,

3e cas : exemples de poutres sous tendues

► Pour ce bâtiment destiné aux pompiers, avec une très grande portée, l'architecte souhaitait une surface de toiture horizontale avec un éclairage dans l'axe central.

Il a imaginé des poutres sous tendues en lamellé collé, qui portent un plancher bois et une étanchéité et dont la sous tension est réalisée avec des tendeurs métalliques.

4e cas : un portique



LA SITUATION
Un franchissement est porté en général par des poteaux verticaux. Les poteaux et l'élément horizontal forment un portique. En le dupliquant , on réalise la structure globale d'un bâtiment

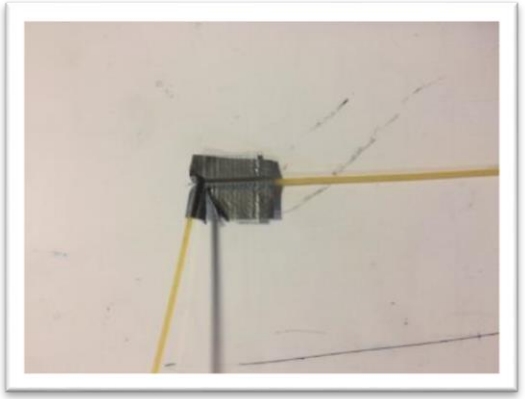
Nous allons réaliser un portique avec nos 3 spaghettis. I

LA QUESTION: le portique n'est pas stable naturellement, comment le stabiliser?

On dit qu'il faut le contreventer, c'est-à-dire empêcher sa déformation, en le bloquant dans les angles (1er dessin)
ou en ajoutant des contrefiches (2e dessin)

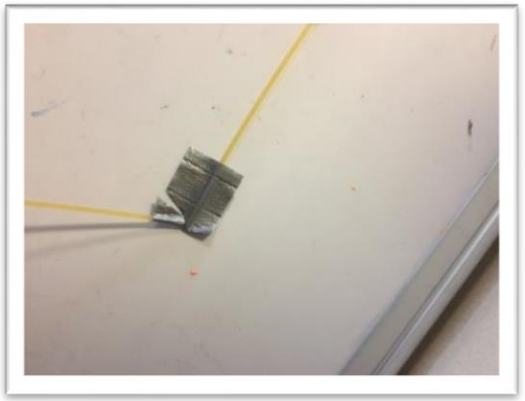
4e cas : un portique

- ✓ **Mise en place de la forme de la structure, et des scotch en sous face**



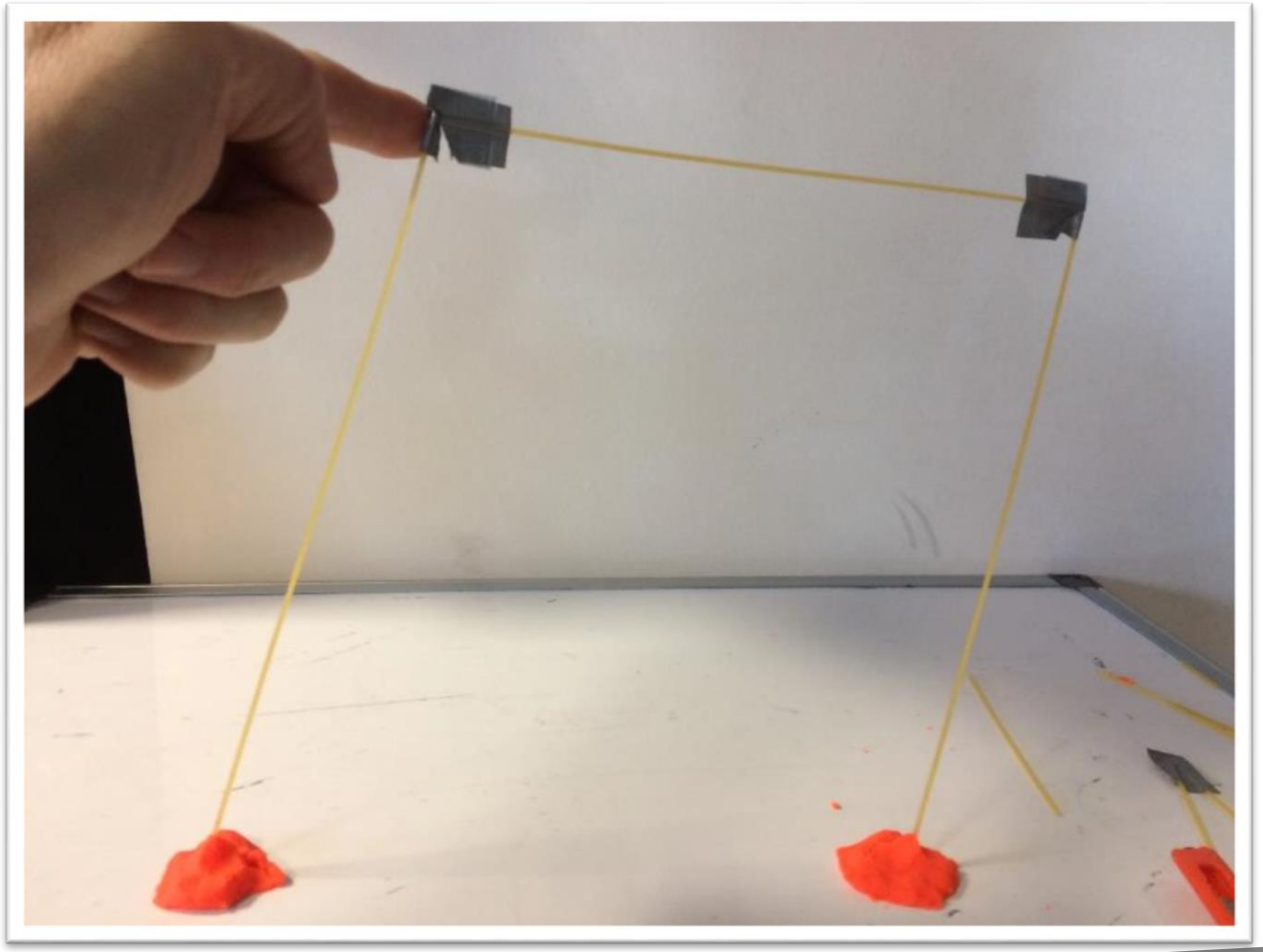
- ✓ **Nous mettons un coup de ciseau sur le scotch jusqu'à l'intersection des spaghettis**

- ✓ **Les scotchs sont retournés et lissés**



- ✓ **Après ce coup de ciseau, les spaghettis sont toujours liées mais l'angle est libre.**

4e cas : un portique

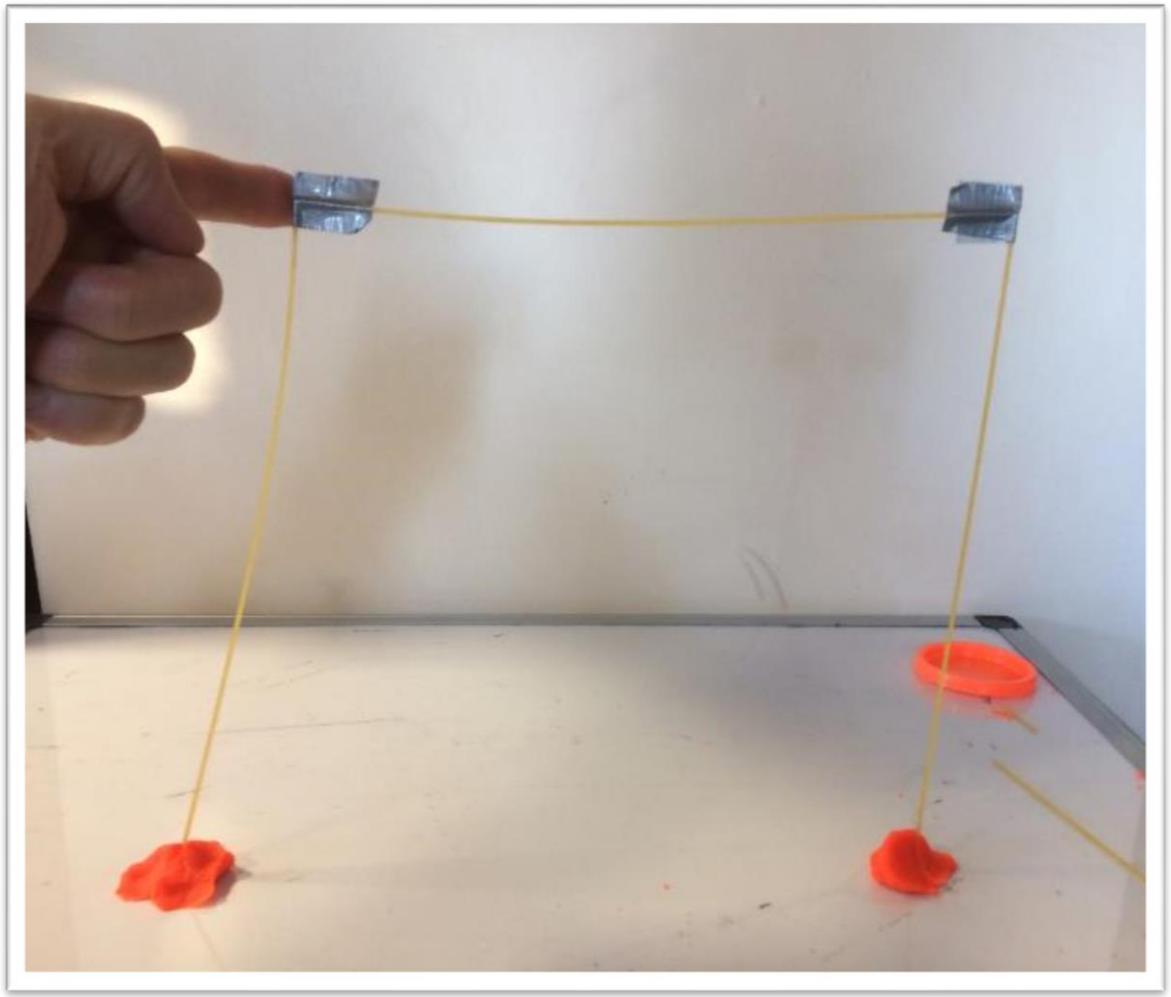


TEST

En poussant avec le doigt, le portique se déforme et l'angle entre la partie horizontale et la partie verticale s'ouvre.

NOTA BENE: L'angle n'est pas bloqué car nous avons coupé le scotch.

4e cas : un portique

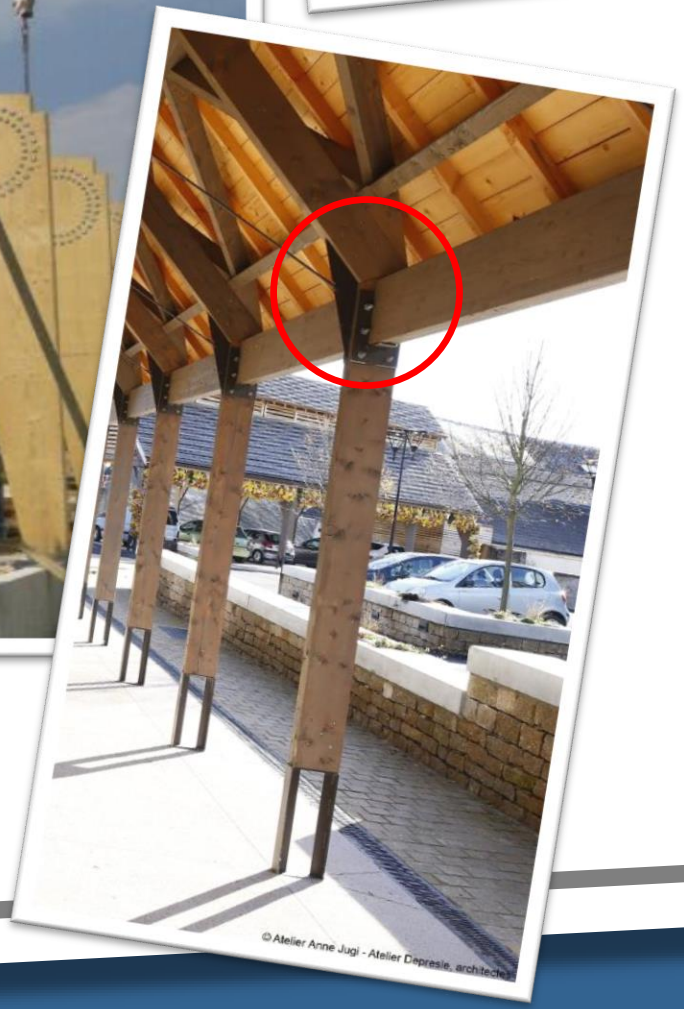


ACTION
Ajoutons un scotch sur celui que nous avions coupé, à chaque angle du portique.

TEST:
Cette fois, en appuyant, le portique ne se déforme plus à l'angle.

En bloquant l'angle, nous avons réalisé un <u>portique encastré en tête.</u>

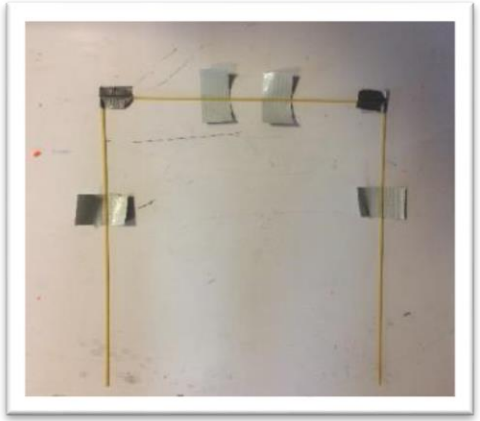
4e cas : exemple de portique encastré en tête



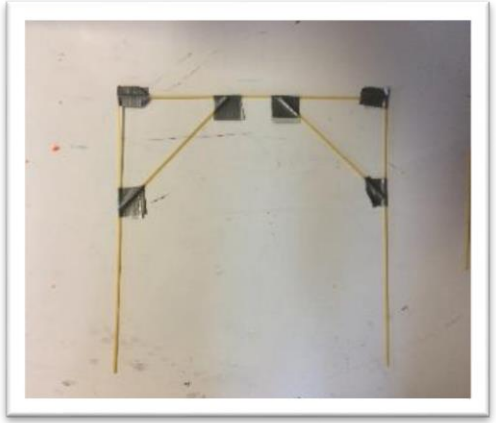
4e cas : exemple de portique encastré en tête

4e cas : un portique

Nous souhaitons rigidifier encore plus le portique.
Pour cela, nous allons mettre en place des <u>contrefiches</u>.

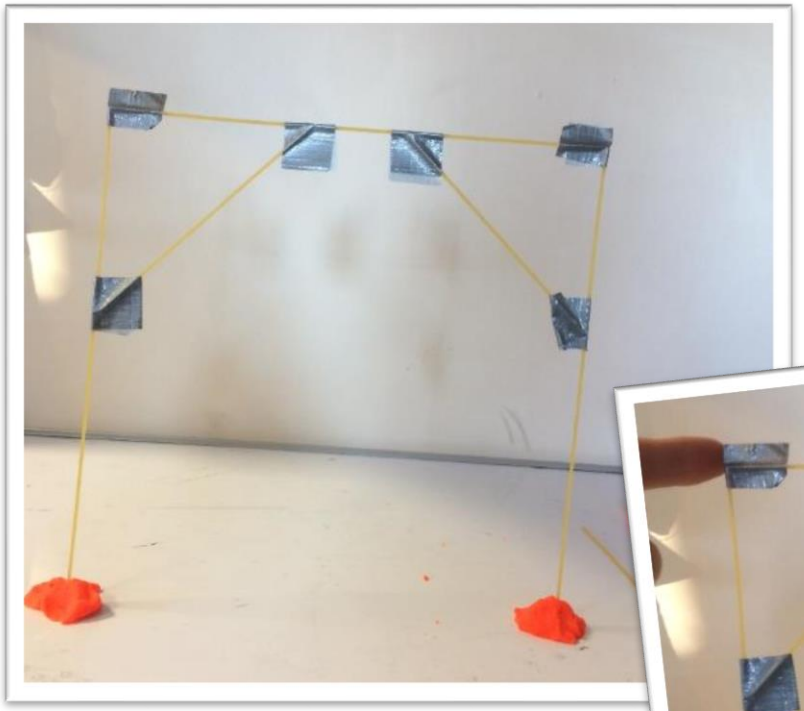


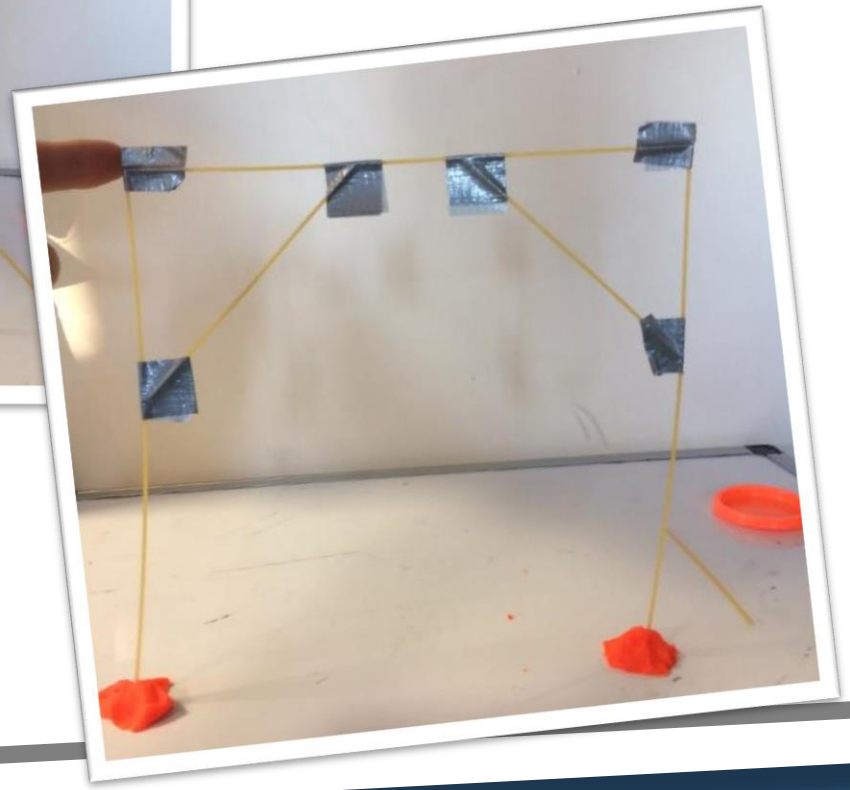
- ✓ **Mise en place de la forme de la structure du portique, des contrefiches et des scotchs en sous face**



- ✓ **Les scotchs sont retournés et lissés**

4e cas : un portique





Nous plantons le portique dans la pate à modeler.

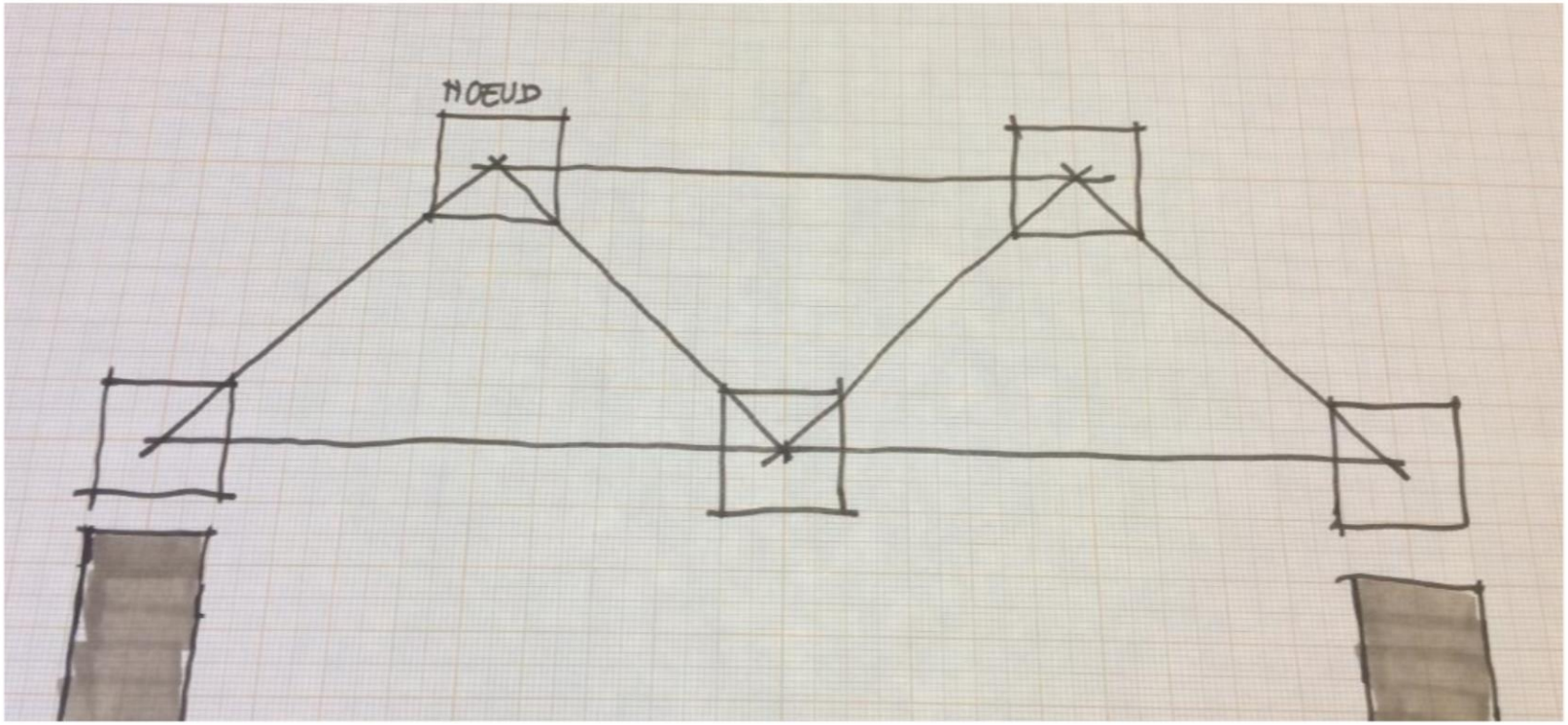
TEST

En appuyant, nous constatons que la rigidité du portique a encore augmenté et qu'il ne se déforme plus dans les triangles.

5e cas

LA SITUATION
La distance entre les points porteurs (nos gobelets) a doublé, et nos spaghettis font toujours la même longueur !!!!!

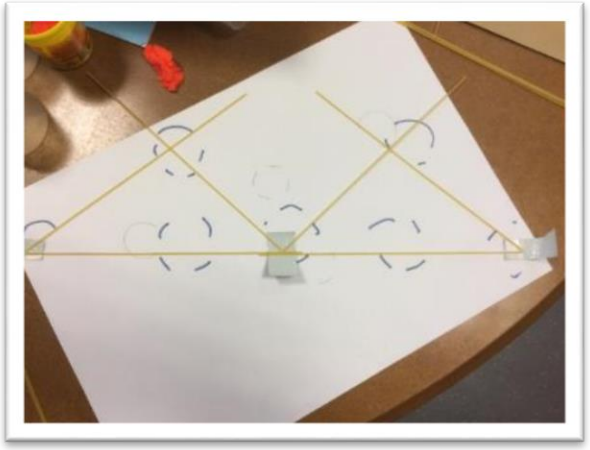
LA QUESTION: Comment faire pour franchir l'espace entre les 2 gobelets?



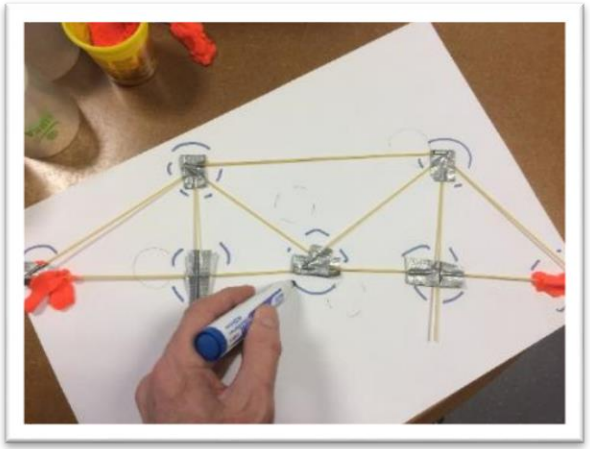
Nous allons réaliser une structure qui ressemble à 2 fermes que nous allons assembler.

L'ensemble s'appelle une <u>poutre triangulée.</u>

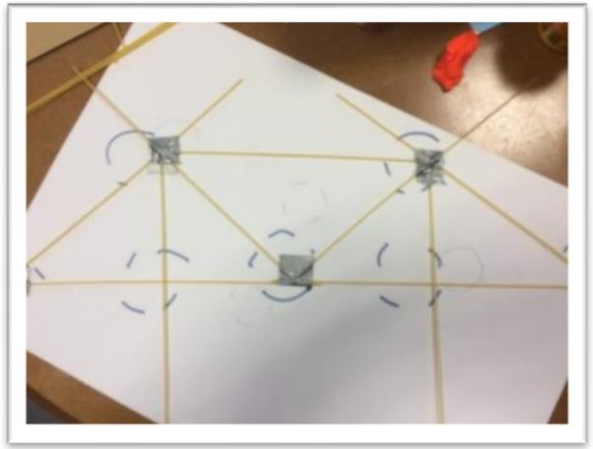
5e cas



- ✓ **Mise en place de la forme de la structure, marquage sommaire des points d'assemblage**

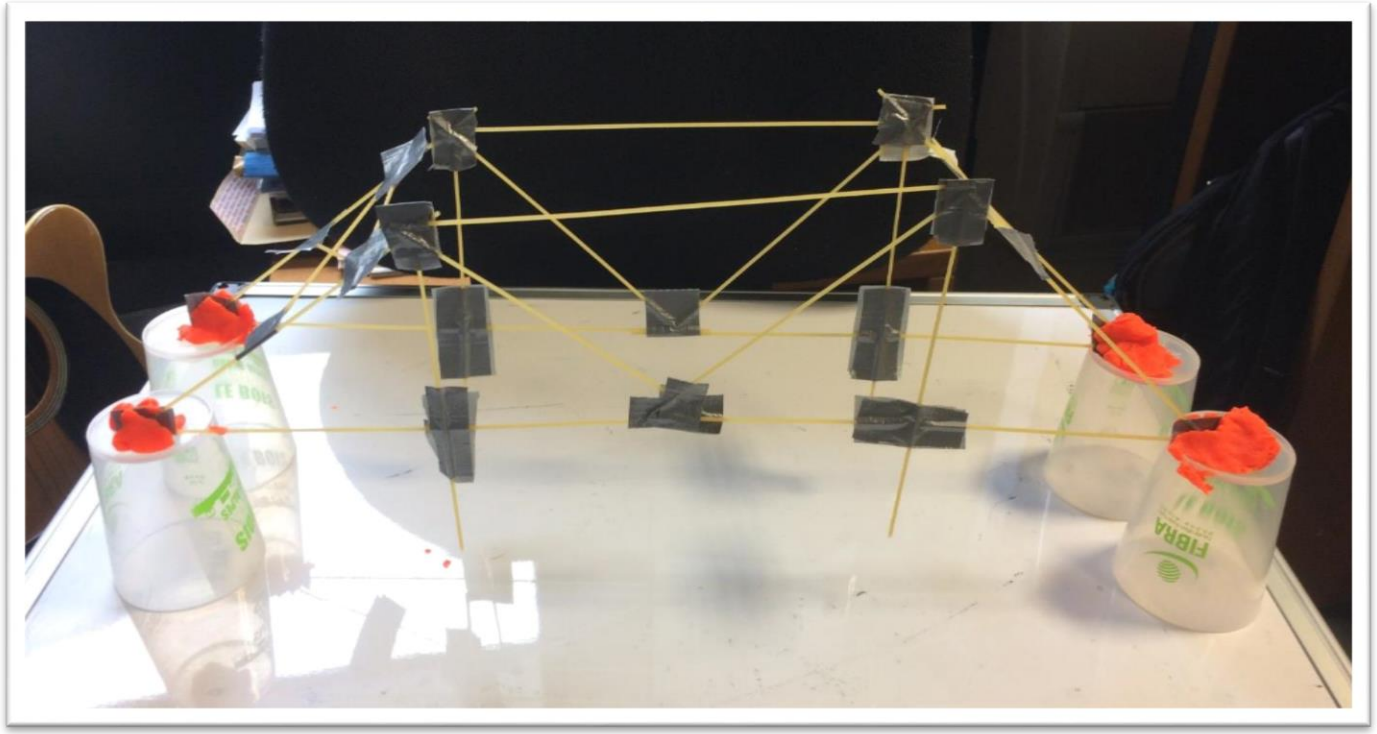


- ✓ **Pose des scotchs en dessous**



- ✓ **Repli des scotchs et lissage**

5e cas

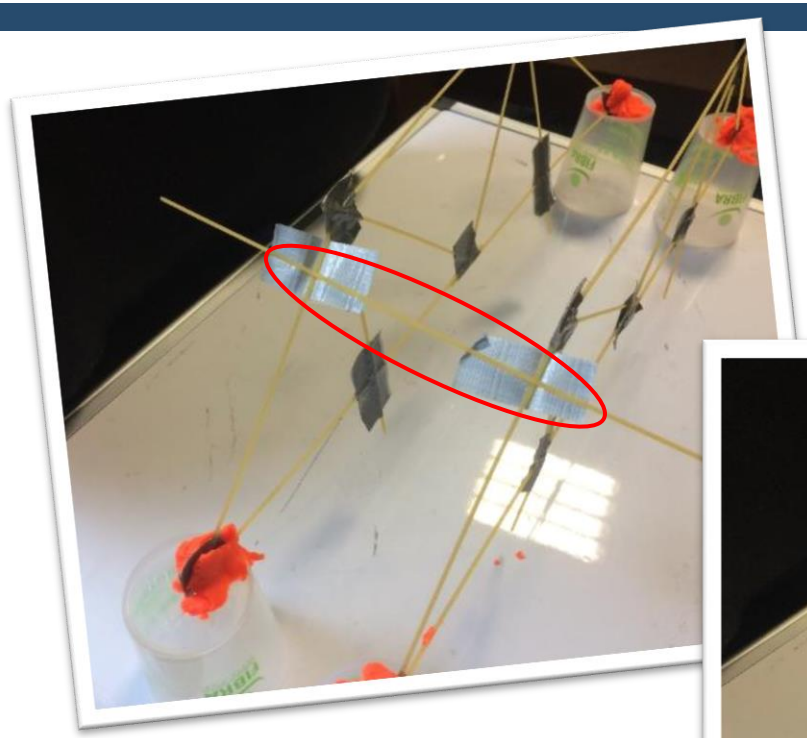


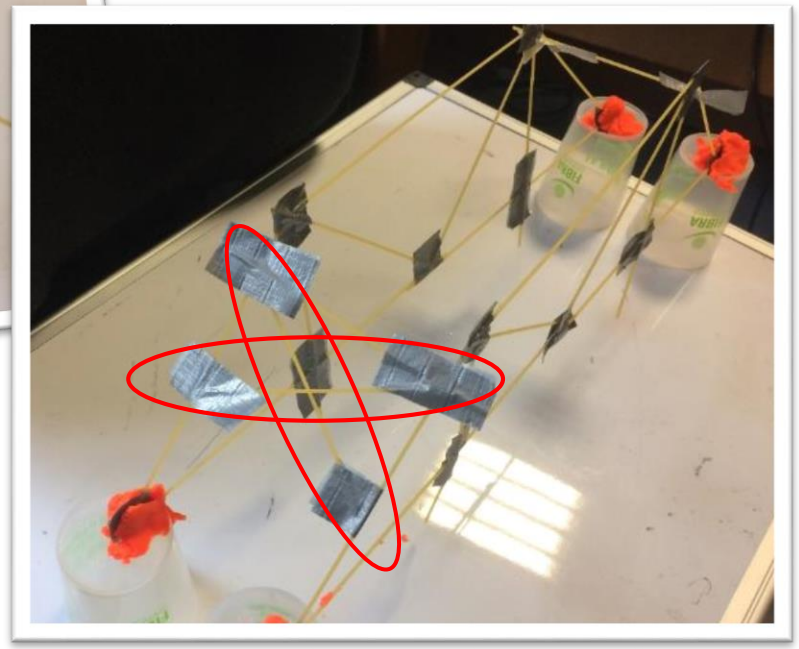
TEST

Les 2 poutres triangulées sont posées en parallèle et pourront constituer un pont.

Elles sont stabilisées temporairement avec la pate à modeler.

5e cas



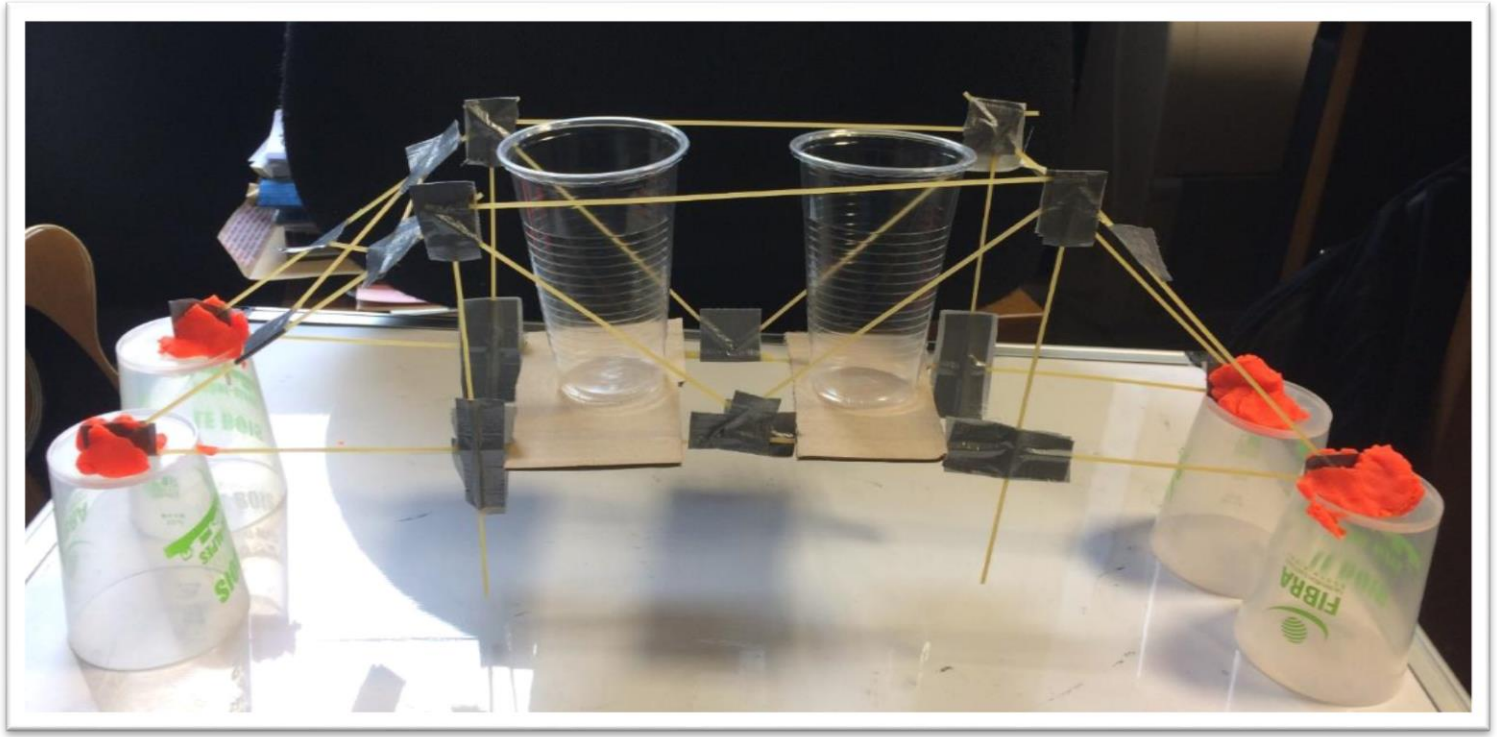


Une liaison horizontale va permettre de les tenir à distance et d'assurer le parallélisme des 2 structures. (photo1)

LA QUESTION:
Comment faire pour que les 2 poutres restent parallèles?

Pour qu'elle ne puisse plus pivoter, on les contrevente dans un plan oblique (à défaut de vertical) avec 2 spaghettis qui assurent la triangulation. (photo2)

5e cas



Le pont est construit. Il lui faut un tablier (c’est la surface sur laquelle on peut circuler).

On le réalise avec un morceau de carton.

Tout comme dans la réalité, on fait un test de charge. Mais à défaut de camions, ce sont 2 gobelets que l’on remplit progressivement d’eau qui vont permettre le test.

5e cas : exemple de pont

Le pont des fayettes, dans le massif de l'oisans (dans les Alpes) sert au passage des camions grumiers. Sa structure en lamellé collé correspond au principe de celle que nous venons de réaliser. Une toiture a été ajouté au dessus pour garantir une bonne longévité à l'ouvrage.