

# **MATRIX** | STRUCTURES

## Reactions of a Simply Supported Beam



**MATRIX**

CP3604

[www.matrixtsl.com](http://www.matrixtsl.com)

Copyright © 2021 Matrix Technology Solutions Limited

Introduction		3
Enquête A -	Poids unique appliqué au centre	5
Enquête B -	Poids unique décalé par rapport au centre	6
Enquête C -	Poids unique se déplaçant sur la poutre	7
Enquête D -	Deux poids	8
Enquête E -	Charge uniformément répartie au centre	9
Enquête F -	Charge uniformément répartie décalée par rapport au centre	10
Fiche de l'élève		11

# Introduction

Les poutres sont un élément essentiel des structures modernes. Elles supportent des charges et franchissent des espaces - dans les ponts, les cadres de porte, les toits, les échafaudages, etc. ....

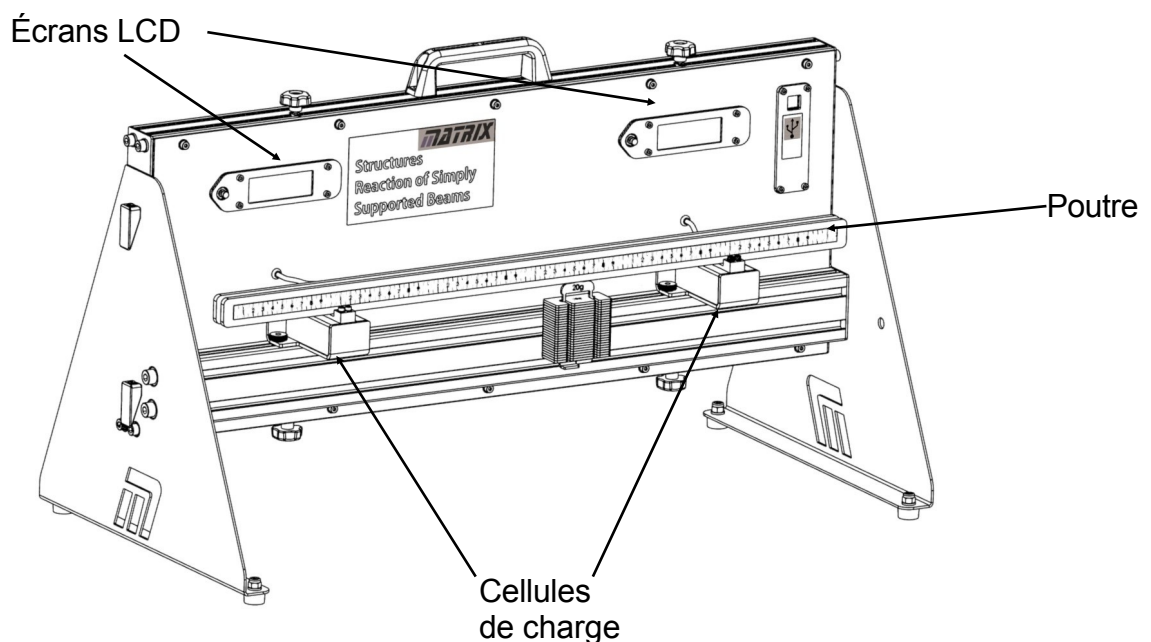
Leurs charges sont portées par des supports, tels que les piliers qui soutiennent un pont, qui exercent des forces de réaction opposées.



## L'appareil :

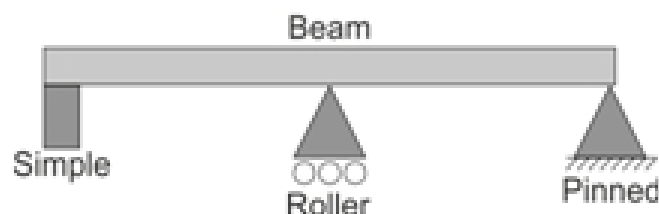
Il utilise deux cellules de charge pour convertir les forces qui agissent sur elles en signaux électriques. Ceux-ci sont traités pour indiquer l'importance de ces forces.

La poutre repose au centre sur des supports reliés aux cellules de charge. Les deux encoches sous la poutre y contribuent. Les piquets reliant les deux côtés de la poutre sont espacés de 50 mm. Les supports des cellules de charge sont espacés de 400 mm.



## Les symboles :

Une poutre en appui simple est représentée par les symboles illustrés dans le diagramme suivant :



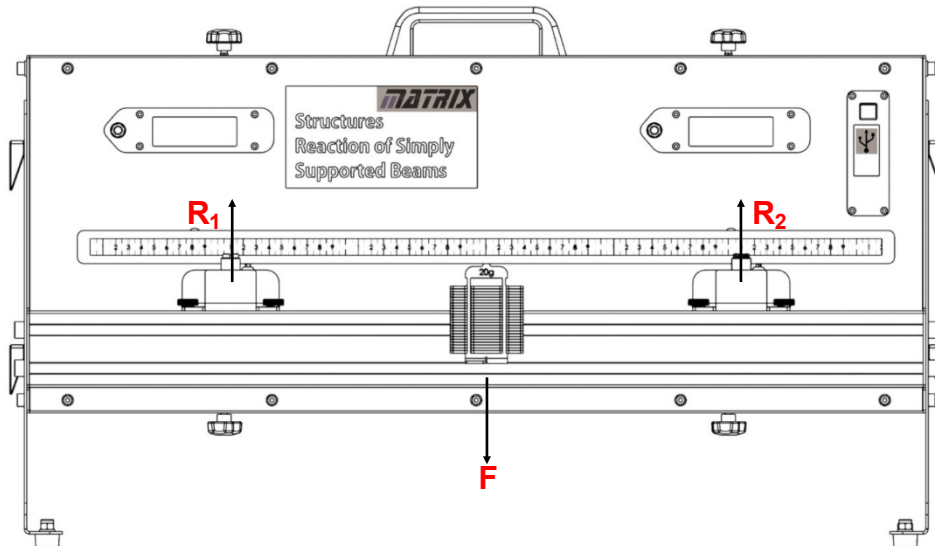
# Introduction

L'appareil est conçu pour fonctionner avec une alimentation de 5 V. Cela signifie qu'un câble USB branché sur un ordinateur ou une prise suffit. Cela signifie qu'un câble USB branché sur un ordinateur ou une prise de courant suffit. Le logiciel d'acquisition de données ne fonctionne que par l'intermédiaire de l'ordinateur. Il est donc recommandé de brancher le câble USB sur l'ordinateur qui exécute le logiciel. Toutefois, si vous souhaitez réaliser l'expérience sans le logiciel, vous devrez vous procurer une prise USB correspondant au style de prise local.

# Enquête A

## Poids unique appliqué au centre

À vous de jouer :



- Placer la poutre sur les supports du capteur de charge comme indiqué sur le schéma.
- Appuyez sur le bouton "zéro" de chaque écran LCD pour supprimer le poids de la poutre des relevés.
- Placez une masse de 100 g au centre de la poutre, à mi-chemin entre les supports.
- Enregistrez les forces  $R_1$  et  $R_2$ , affichées sur les écrans LCD, dans le tableau 1 du document de l'élève.
- Augmentez la charge sur la poutre en ajoutant 100 g supplémentaires au cintre.
- Enregistrez à nouveau les relevés du capteur de charge.
- Continuer ainsi jusqu'à une masse totale de 500 g et compléter le tableau 1.

### Et alors ?

La poutre étant en équilibre :

- les supports de la cellule de charge fournissent des forces ascendantes qui équilibrent le poids sur la poutre ;
- les moments des forces dans le sens des aiguilles d'une montre sont équilibrés par les moments dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. En d'autres termes :
- les deux forces de réaction s'additionnent toujours pour former la charge totale  $F$ , c'est-à-dire  $F = R_1 + R_2$
- puisque la charge est placée à une distance égale,  $D$ , des supports, la mise en équation des moments dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour du centre de la poutre :

$$R_1 \times D = R_2 \times D$$

et donc

$$R_1 = R_2$$

La charge elle-même n'a pas de moment (effet de rotation) autour du centre de la poutre.

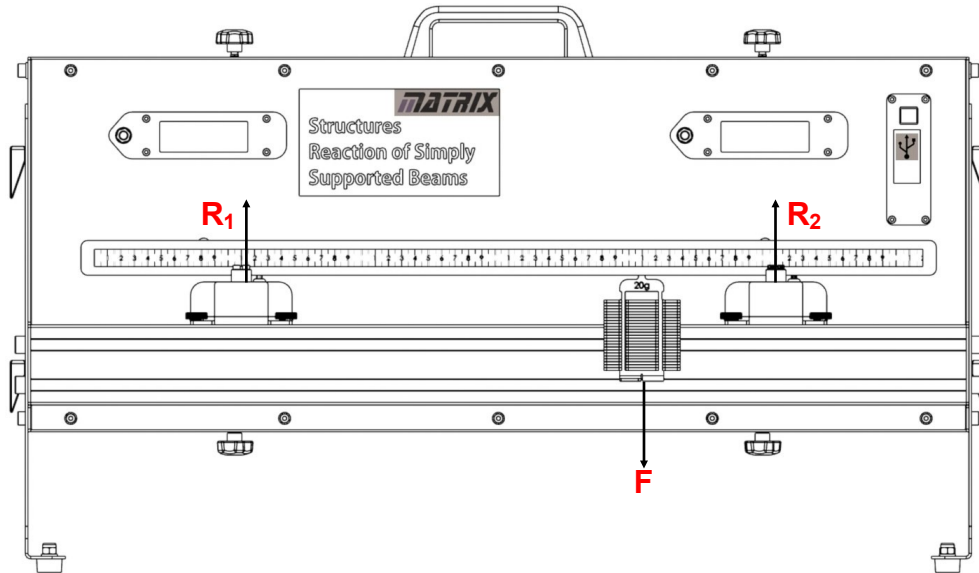
### Défi !

Dessinez le diagramme des corps libres de cette installation.

# Enquête B

## Poids unique décalé par rapport au centre

À vous de jouer :



- Centrer la poutre sur les supports de la cellule de charge comme précédemment.
- Appuyez sur les boutons "zéro" pour éliminer le poids de la poutre des relevés.
- Ajouter la masse de 100g suspendue à la deuxième cheville en partant du support de droite. (c'est-à-dire 100 mm du support de droite et 300 mm du support de gauche).
- Enregistrez les forces  $R_1$  et  $R_2$ , affichées sur les écrans LCD dans le tableau 2 du document de l'élève.
- Augmentez la charge sur la poutre en ajoutant 100 g supplémentaires au cintre.
- Enregistrez à nouveau les relevés du capteur de charge.
- Continuer ainsi jusqu'à une masse totale de 500 g.
- Compléter le tableau 2.

### Et alors ?

Une fois de plus, la poutre est en équilibre et donc :

- les forces verticales s'annulent ;
- les moments dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens inverse s'annulent.

D'où : 
$$F = R_1 + R_2$$

et de mettre en équation les moments autour de la position de la charge :

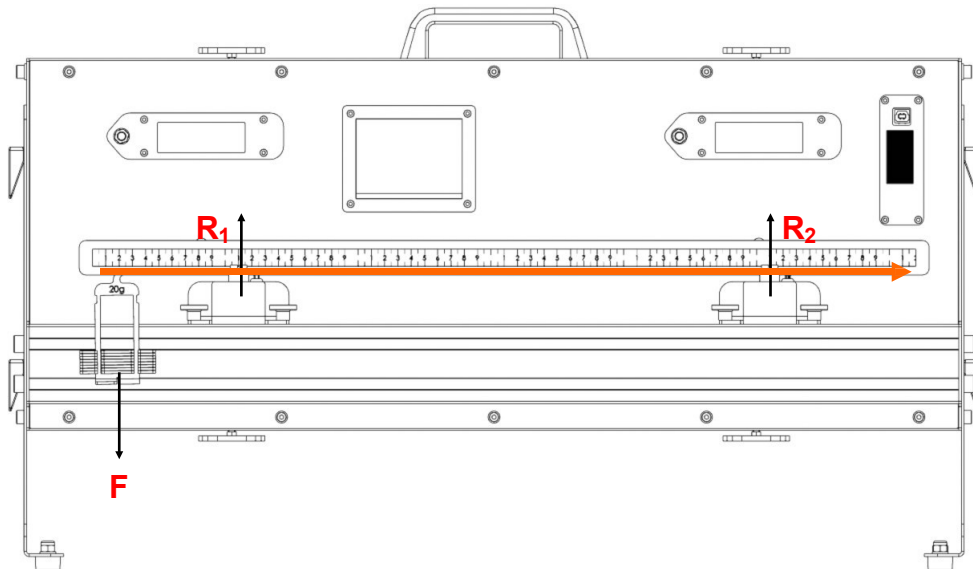
$$R_2 \times 100 = R_1 \times 300$$

$$R_2 = 3 \times R_1 .$$

# Enquête C

## Poids unique se déplaçant sur la poutre

À vous de jouer :



- Centrer la poutre sur les supports de la cellule de charge comme précédemment.
- Appuyez sur les boutons "zéro" pour éliminer le poids de la poutre des relevés.
- Ajouter l'accroche de la masse de 100g sur la position la plus à gauche
- Enregistrez les forces  $R_1$  et  $R_2$ , affichées sur les écrans LCD dans le tableau 3 du document de l'élève.
- Déplacer le cintre d'une position vers la droite
- Enregistrez à nouveau les relevés du capteur de charge.
- Continuer ainsi jusqu'à la poutre.
- Compléter le tableau 3

### Et alors ?

Une fois de plus, la poutre est en équilibre et donc :

- les forces verticales s'annulent ;
- les moments dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens inverse s'annulent.

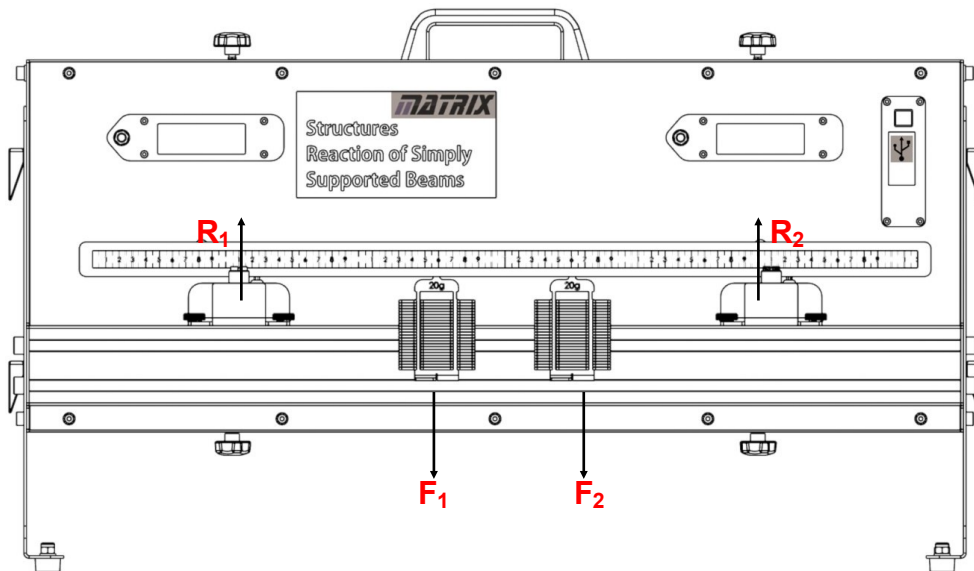
D'où :  $F = R_1 + R_2$

Le transfert des forces de réaction négatives et positives est illustré lorsque le poids se déplace à l'intérieur et à l'extérieur des supports.

# Enquête D

## Deux poids

À vous de jouer :



- Centrer la poutre sur les supports de la cellule de charge comme précédemment.
- Appuyez sur les boutons "zéro" pour éliminer le poids de la poutre des relevés.
- Ajouter une masse de 100 g sur la deuxième cheville à partir du support de droite. (c'est-à-dire à 100 mm du support de droite) et un deuxième crochet sur la troisième cheville à partir du support de gauche (c'est-à-dire à 250 mm du support de droite).
- Comme précédemment, enregistrez les forces  $R_1$  et  $R_2$ , dans le tableau 4 du document de l'élève.
- Augmenter la charge sur la poutre de 100g à la fois jusqu'à un maximum de 500g.
- Enregistrez à nouveau tous les relevés des cellules de charge et complétez le tableau 4.

### Et alors ?

Une fois de plus, la poutre est en équilibre et donc :

- les forces verticales s'annulent ;
- les moments dans le sens des aiguilles d'une montre

et dans le sens inverse s'annulent. D'où :  $F_1 + F_2 =$

$$R_1 + R_2$$

Prendre des instants sur le support de la cellule de charge de droite :

$$R_1 \times 400 = F_1 \times 250 + F_2 \times 100$$

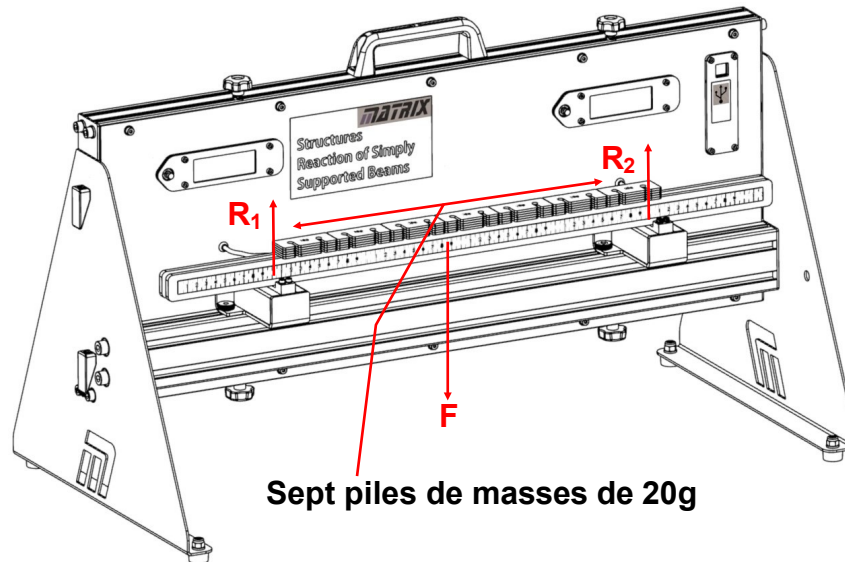
### Défis !

- Dessinez le diagramme des corps libres pour cet arrangement.
- Testez ces équations pour une autre paire de forces  $F_1$  et  $F_2$  et pour ces deux forces placées à des distances différentes. Notez vos résultats dans les tableaux 5 et 6.
- Que se passe-t-il lorsque vous positionnez les suspensions en dehors des supports ?

# Enquête E

## Charge uniformément répartie au centre

À vous de jouer :



- Centrer la poutre sur les supports de la cellule de charge comme précédemment.
- Appuyez sur les boutons "zéro" pour éliminer le poids de la poutre des relevés.
- Répartissez sept masses individuelles de 20 g sur une ligne le long de la poutre entre les deux supports. Cela crée une charge uniformément répartie (UDL).
- Comme précédemment, enregistrez les forces  $R_1$  et  $R_2$ , dans le tableau 6 du document de l'élève.
- Ajoutez sept autres masses de 20 g pour obtenir sept piles de 40 g chacune.
- Enregistrez à nouveau les relevés du capteur de charge.
- Répétez ce processus jusqu'à ce que chaque pile contienne cinq masses et ait une masse de 100g. La charge totale est maintenant de 700g.
- Compléter le tableau 7.

### Et alors ?

Jusqu'à présent, le poids de la poutre a été négligé (en mettant à zéro les cellules de charge avant d'ajouter le poids). Lorsque le poids de la poutre doit être pris en compte, il peut être représenté de la manière suivante.

La charge uniformément distribuée est répartie uniformément sur la poutre et peut être représentée par

une charge ponctuelle située en son centre, en l'occurrence au centre de la poutre.

Par conséquent, les forces de réaction sont égales, comme dans la première configuration, et donc  $R_1 = R_2$

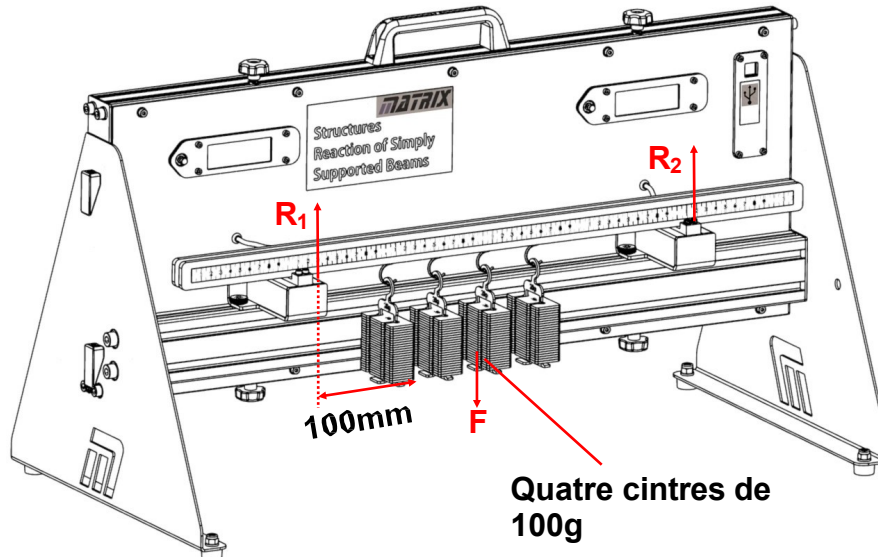
En prenant les moments autour de l'appui droit :  $R_1 = F \times 200$   
car le centre de la poutre est à 200 mm de l'appui.

### Défi !

- Dessinez le diagramme des corps libres pour cet arrangement.

## Charge uniformément répartie décalée par rapport au centre

À vous de jouer :



- Centrer la poutre sur les supports de la cellule de charge comme précédemment.
- Placez quatre crochets en "S" sur des chevilles consécutives, en commençant à 100 mm du support gauche.
- Appuyez sur les boutons "zéro" pour éliminer le poids de la poutre et des crochets.
- Ajoutez à chaque crochet en "S" des suspensions en masse d'un poids total de 100 g.
- Enregistrez les relevés du capteur de force pour  $R_1$  et  $R_2$  dans le tableau 8 de la fiche de l'élève.
- Ajoutez des masses de 100 g à chaque cintre et notez les forces résultantes  $R_1$  et  $R_2$  dans le tableau.
- Répétez ce processus jusqu'à ce que chaque cintre ait une masse de 500 g et complétez le tableau 8.

### Et alors ?

Cette étude montre ce qui se passe lorsque les forces de l'UDL agissent comme une charge ponctuelle, au centre de la charge uniformément répartie, mais pas au centre de la poutre.

En prenant les moments autour du support de gauche :  $R_2 \times 400 = F \times (100 + 75)$  car la LUD s'étend sur 150 mm et agit comme une charge ponctuelle située en son centre.

Prendre des instants sur le support de droite :  $R_1 \times 400 = F \times 225$  car l'UDL agit comme une charge ponctuelle située à 225 mm du support de droite.

### Défis !

- Dessinez le diagramme des corps libres pour cet arrangement.
- Modifiez l'arrangement en combinant des éléments provenant d'arrangements précédents. Dessinez le diagramme des corps libres pour l'arrangement modifié.
- Utilisez-le pour calculer les valeurs attendues des forces de réaction.
- Comparez ces résultats avec les valeurs mesurées sur les écrans LCD et commentez la comparaison.

# Document de l'élève

# Document de l'élève

**A. Poids unique appliqué au centre**  
Tableau 1 :

<b>A. Charge ponctuelle au centre</b>				
Charge (g)	Charge F (N)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R + R <sub>12</sub> (N)
100	1			
200	2			
300	3			
400	4			
500	5			

**Défi !**

Diagramme de corps libre pour la configuration **A** :

**B. Poids unique décalé par rapport au centre**  
Tableau 2 :

<b>B. Charge ponctuelle à 100 mm du support droit</b>				
Charge (g)	Charge F (N)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R + R <sub>12</sub> (N)
100	1			
200	2			
300	3			
400	4			
500	5			

C. Poids unique se déplaçant sur la poutre Tableau 3 :

<b>C. Charge ponctuelle se déplaçant sur la poutre</b>				
Position	Distance par rapport à gauche (mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R + R <sub>12</sub> (N)
1	-100			
2	-50			
3	0			
4	50			
5	100			
6	150			
7	200			
8	250			
9	300			
10	350			
11	400			
12	450			
13	500			

## D. Deux poids

Tableau 4 :

<b>D. Charges ponctuelles à 100 mm et 250 mm du support droit</b>						
Chargement 1 (g)	Chargement 2 (g)	Charge $F_1$ (N)	Charge $F_2$ (N)	$R_1$ (N)	$R_2$ (N)	$R + R_{12}$ (N)
100	100	1	1			
200	200	2	2			
300	300	3	3			
400	400	4	4			
500	500	5	5			

### Défi !

Diagramme de corps libre pour la configuration **D** :

Tableau 4 :

<b>D. Charges ponctuelles à 100 mm et 250 mm du support droit</b>						
Chargement 1 (g)	Chargement 2 (g)	Charge $F_1$ (N)	Charge $F_2$ (N)	$R_1$ (N)	$R_2$ (N)	$R + R_{12}$ (N)

Tableau 5 :

<b>D. Charges ponctuelles à ..... mm et ..... mm du support droit</b>						
Chargement 1 (g)	Chargement 2 (g)	Charge $F_1$ (N)	Charge $F_2$ (N)	$R_1$ (N)	$R_2$ (N)	$R + R_{12}$ (N)

Lorsque vous positionnez les suspensions à l'extérieur des supports :

.....

.....

.....

.....

# Document de l'élève

**E. Charge uniformément répartie au centre**  
**Tableau 7 :**

<b>E. L'UDL au centre</b>				
Charge totale (g)	Charge totale F (N)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R + R <sub>12</sub> (N)
140	1.4			
280	2.8			
420	4.2			
560	5.6			
700	7.0			

**Défi !**

Diagramme de corps libre pour la configuration **E** :

**F. Charge uniformément répartie décalée par rapport au centre**  
**Tableau 8 :**

<b>F. UDL décentrée</b>										
Chargement 1 (g)	Chargement 2 (g)	Chargement 3 (g)	Chargement 4 (g)	Chargement 1 (N)	Chargement 2 (N)	Chargement 3 (N)	Chargement 4 (N)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R + R <sub>12</sub> (N)
100	100	100	100	1	1	1	1			
200	200	200	200	2	2	2	2			
300	300	300	300	3	3	3	3			
400	400	400	400	4	4	4	4			
500	500	500	500	5	5	5	5			

# Document de l'élève

Défis !

Diagramme de corps libre pour la configuration **E** :

Diagramme de corps libre pour la configuration modifiée :

Calculs pour déterminer  $R_1$  et  $R_2$  :

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Commenter la comparaison avec les valeurs mesurées :

.....  
.....  
.....