

### 1 – Mise en situation

L'utilisation des remorques vélos est de plus en plus répandue en France. En effet, cet accessoire résout assez bien les problèmes qu'éprouvent les parents face aux manques d'espace dans l'utilisation du vélo dans le transport des petits. La structure en aluminium confère à cette remorque de transport pour enfants solidité et rigidité. Les **deux places assises** équipées de ceintures assurent la sécurité des enfants.

La remorque est livrée avec un **kit piéton** permettant d'utiliser la remorque en tant que poussette lorsqu'elle n'est pas tractée par le vélo (figure 2).



Figure 1 : papa et son fiston en balade...



Figure 2 : remorque en mode piéton



Figure 3 : remorque en mode tractée



Figure 4 : zone de rangement à l'arrière

### 2 – Problématique

On se propose de vérifier la cohérence de la conception de la remorque au regard des services qu'elle doit rendre ; on s'intéressera en particulier :

- ⇒ A sa capacité à accueillir deux enfants quelle que soit leur masse,
- ⇒ Au **risque de basculement** lorsqu'elle est en mode piéton (figure 2) et chargée de marchandises à l'arrière (figure 4).

### 3 – Données

- Champ de pesanteur terrestre :  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .
- Nombre de places assises : 2
- Plage d'âge d'utilisation de la remorque : de 2 ans à 5 ans.

# PARTIE A

## Détermination des masses maximales de marchandises

→ A partir de l'annexe 1...

**Q1** – Donner en *kg* la masse à vide de la remorque :  $m_{vide} =$  \_\_\_\_\_

**Q2** – Donner en *kg* la masse de chargement maximale autorisée\* :  $m_{charge\ max} =$  \_\_\_\_\_

\* le chargement considère les passagers (enfants) et les marchandises placées à l'arrière de la remorque.

→ A partir des annexes 3 et 4...

**Q3** – Calculer en *kg* la masse  $m_{fille}$  d'une fille dont l'âge correspond au minimum de la plage d'utilisation de la remorque et dont l'IMC est situé à la limite de l'insuffisance pondérale.

---



---



---



---

**Q4** – Calculer en *kg* la masse  $m_{garçon}$  d'un garçon dont l'âge correspond au maximum de la plage d'utilisation de la remorque et dont l'IMC est situé au début du degré 1 de l'obésité.

---



---



---



---

**Q5** – Pour chacun des cas suivants, calculer en *kg* la masse  $m_m$  correspondant au maximum de marchandises pouvant être entreposées à l'arrière.

Cas	$m_{vide}$	$m_{charge\ max}$	$m_{fille}$	$2 \times m_{fille}$	$m_{garçon}$	$2 \times m_{garçon}$	$m_m$
1							
2							
3							
4							

→ L'ensemble des masses sera considéré ultérieurement dans les études du risque de basculement.

**Q6** – Conclure quant à la capacité de la remorque à accueillir deux enfants de 2 à 5 ans, quelle que soit leur masse, et aussi à recevoir du chargement à l'arrière : \_\_\_\_\_

# PARTIE B

## Répartition des masses

Le risque de basculement dépend entre autre de la façon dont les masses – et donc les poids – se répartissent sur l'ensemble de la géométrie. Les étudier est donc un préalable indispensable à l'étude globale du basculement ; c'est l'objet de cette partie.

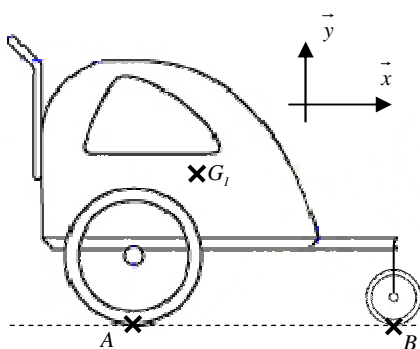
On note :

- ⇒  $G_1$  le centre de gravité de la remorque seule,  $G_2$  celui du (des) passager(s),  $G_3$  celui des marchandises entreposées à l'arrière de la remorque.
- ⇒  $\vec{P}_1$  le poids de la remorque à vide,  $\vec{P}_2$  le poids du(des) passager(s) et  $\vec{P}_3$  le poids des marchandises.
- ⇒  $\vec{A}_{0/1}$  l'effort au point  $A$  du sol (0) sur la remorque (1).
- ⇒  $\vec{B}_{0/1}$  l'effort au point  $B$  du sol (0) sur la remorque (1).

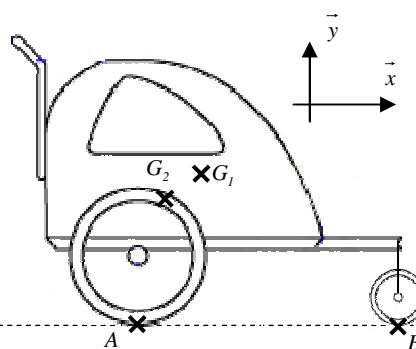
Hypothèses :

- ⇒ Le sol (0) est horizontal.
- ⇒ La remorque (et son éventuel chargement) est à l'équilibre (pas d'accélération).
- ⇒ Le problème est plan : toute la géométrie et tous les efforts sont ramenés dans le plan  $(\vec{x}, \vec{y})$ .
- ⇒ Les liaisons en  $A$  et  $B$  sont des ponctuelles de normale respective  $(A, \vec{y})$  et  $(B, \vec{y})$  ; les actions  $\vec{A}_{0/1}$  et  $\vec{B}_{0/1}$  sont donc purement verticales ; comme les poids sont eux aussi verticaux, il en résulte que **toutes les forces sont verticales.**

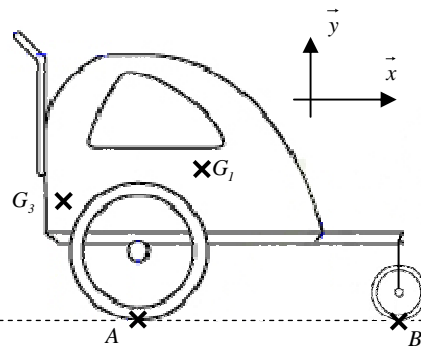
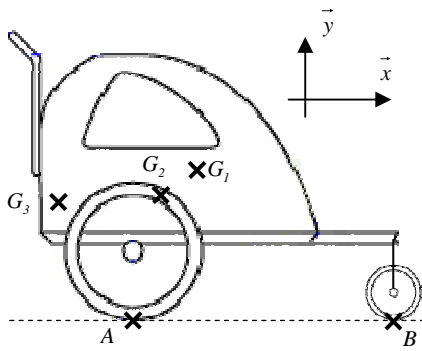
**Q7** – Pour chacune des quatre situations suivantes, tracer en rouge, sans échelle particulière, les vecteurs forces devant être considérés. Nommer ces efforts.



**SITUATION 1** : remorque à vide



**SITUATION 2** : remorque avec passager(s)



**SITUATION 3** : remorque avec passager(s) et marchandises

**SITUATION 4** : remorque avec marchandises uniquement

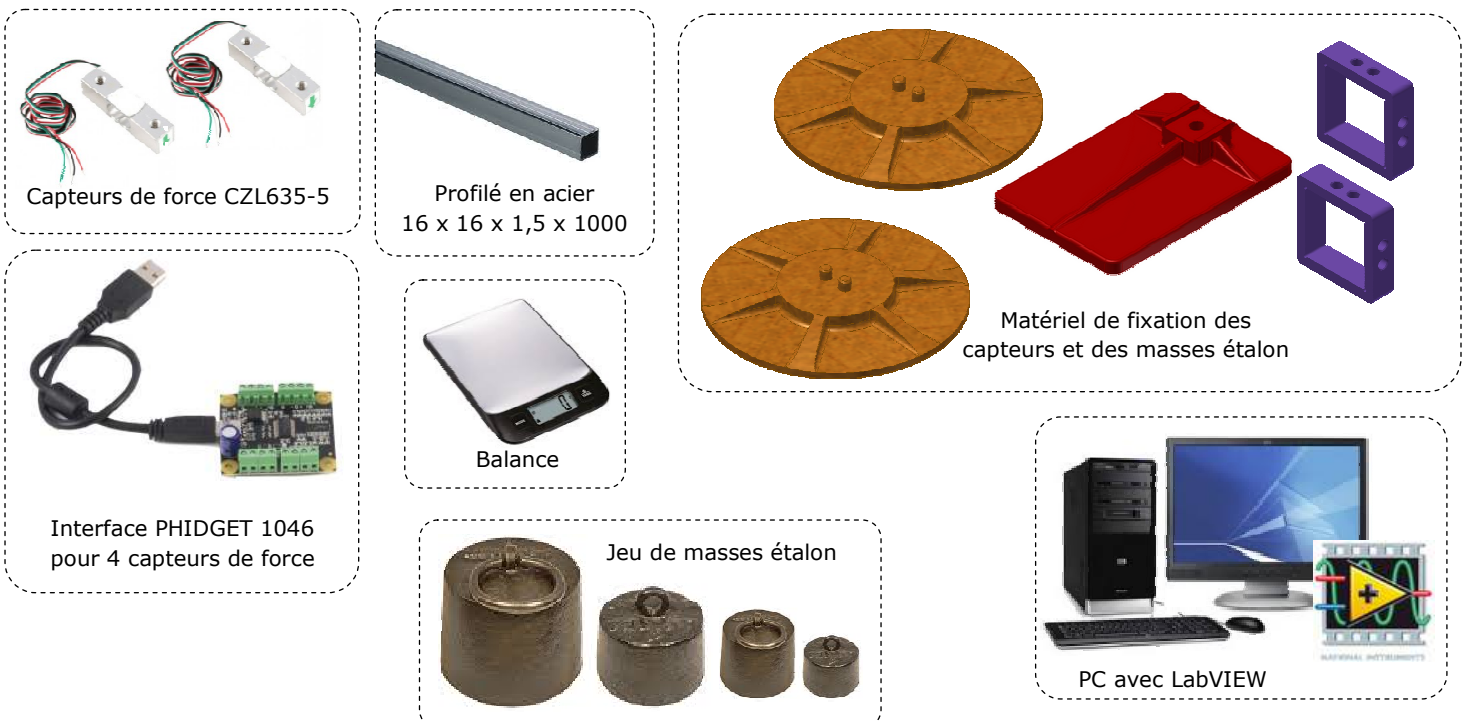
→ L'ensemble des forces sera considéré ultérieurement dans les études du risque de basculement.

## PARTIE C

### Etude expérimentale et théorique de l'équilibre de la remorque

Pour chacune des quatre situations, vous allez déterminer expérimentalement et par le calcul les réactions en A et B ; ceci permettra de comparer la théorie et l'expérience et aussi de définir si il y a des situations dans lesquelles la remorque bascule ou pas.

#### >> Moyens techniques disponibles

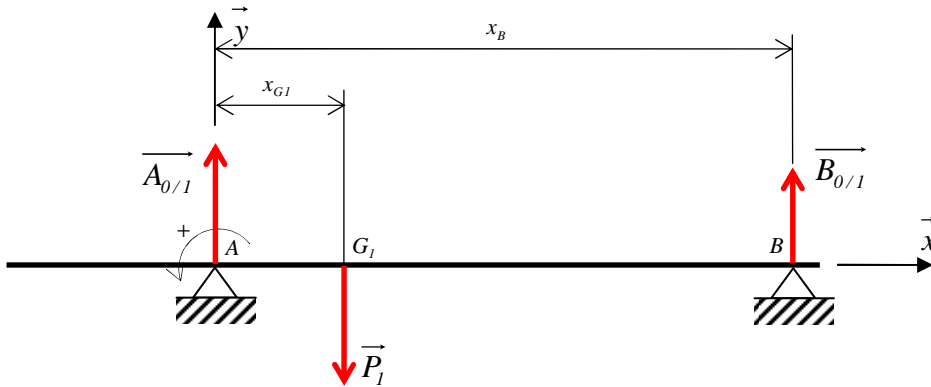
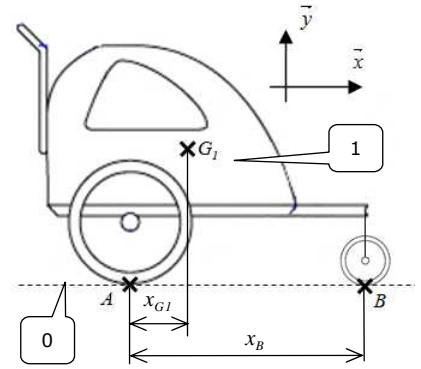


→ S'assurer que tout ceci est bien disponible.

# ETUDE DE LA SITUATION N° 1

## Définition du modèle d'étude

Le centre de gravité  $G_1$  est ramené sur la droite  $(AB)$  ; on montre que ceci n'a aucun impact sur les résultats à venir (tous les efforts sont des glisseurs...).



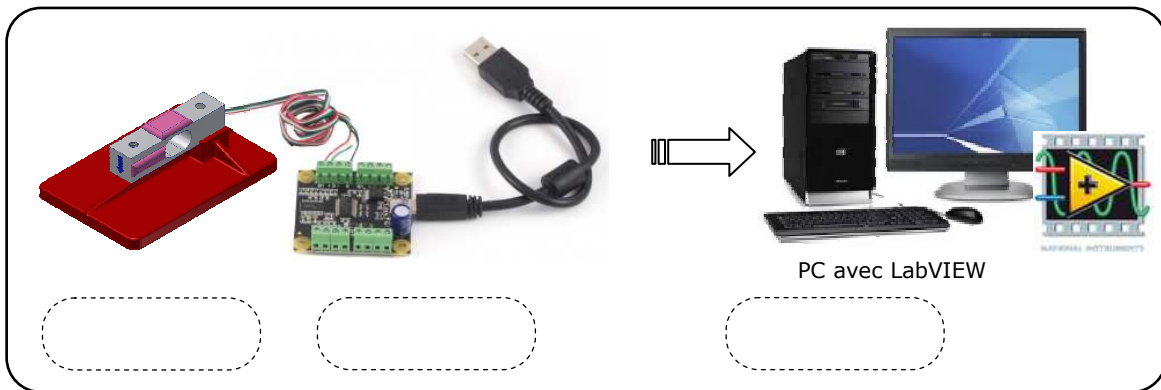
$$x_{G1} = 0,3 \text{ m}$$

$$x_B = ? \text{ m}$$

Q8 – Déterminer en  $m$  la cote  $x_B$  à partir de l'annexe 2 :  $x_B =$  \_\_\_\_\_

Q9 – Calculer en  $N$  l'intensité  $P_1$  du poids  $\vec{P}_1$  :  $P_1 =$  \_\_\_\_\_

>> Réaliser le montage de la chaîne d'acquisition :



>> Exécuter le programme « acquisition\_force.vi ».

>> Solliciter à la main les capteurs de force et vérifier que les jauges (à l'écran) réagissent.

>> Etalonner les capteurs (les datasheet sont disponibles sur le réseau ou en ligne).

Q10 – Attribuer sur la figure ci-dessus les fonctions suivantes aux composants : (reporter les numéros)

① Capter

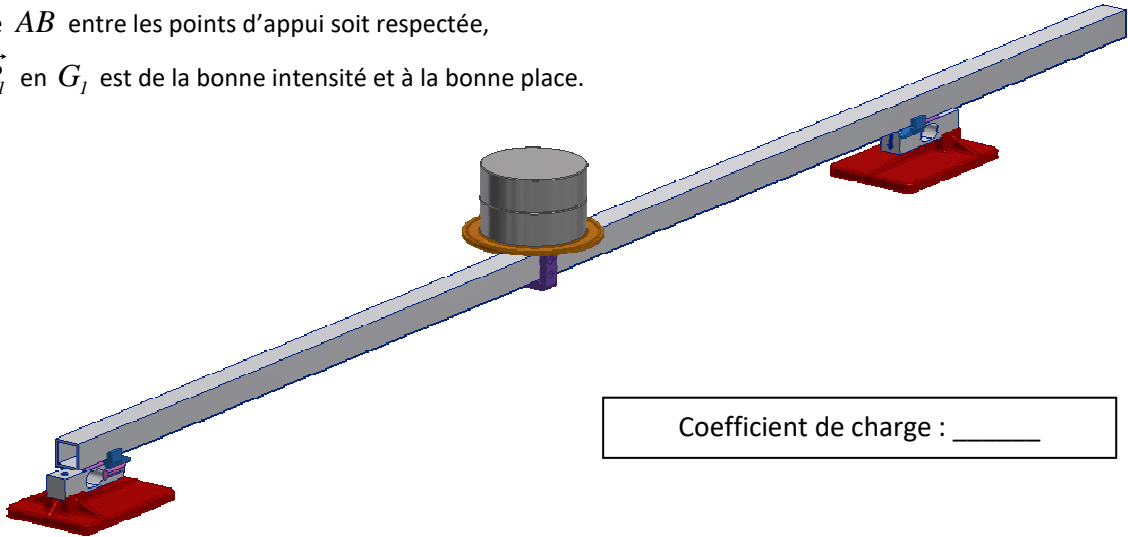
② Mettre en forme le signal

③ Convertir A  $\Rightarrow$  N

④ Traiter

>> Mettre en place la poutre et son chargement sur le banc de mesure de telle sorte que :

- ☞ La distance  $AB$  entre les points d'appui soit respectée,
- ☞ Le poids  $\vec{P}_1$  en  $G_1$  est de la bonne intensité et à la bonne place.



On admettra que le poids propre de la poutre est suffisamment faible face au chargement qui lui est appliqué pour être négligé.

**Q11** – Un basculement est observé :       oui       non, le système est à l'équilibre

**Q12** – Relever à l'écran l'intensité des efforts  $\vec{A}_{0/1}$  et  $\vec{B}_{0/1}$  et compléter le tableau de synthèse (voir à la fin).

**Q13** – Déterminer par le calcul l'intensité des efforts  $\vec{A}_{0/1}$  et  $\vec{B}_{0/1}$  (c'est une étude de statique...).

☞ On isole la remorque (1).

☞ BAME (3 forces) :

$\vec{A}_{0/1}$	$\vec{B}_{0/1}$	$\vec{P}_1$
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

☞ PFS :

→ Théorème du moment en  $A$  :

---



---



---

→ Théorème de la résultante : (en projection sur  $\vec{y}$  uniquement car il n'y a rien sur  $\vec{x}$  et  $\vec{z}$ .)

---



---



---

**Q14** – Compléter le tableau de synthèse ci-dessous avec les résultats issus du calcul.

**Q15** – Calculer en % les écarts entre les valeurs expérimentales et théoriques.

**Q16** – Les écarts peuvent être considérés comme acceptables :  oui  non

## ETUDE DES SITUATIONS N° 2, 3 et 4

**Q17** – Faire le nécessaire à l’image de l’étude de la situation n°1.

☞ *Mener la rédaction sur feuille libre.*

☞ *Compléter régulièrement le tableau de synthèse.*

**Q18** – Conclure quant à la bonne conception de la remorque.

---

---

---

---

---

### Tableau de synthèse

SITUATION	Réaction en <i>A</i>			Réaction en <i>B</i>			Basculement (O / N)
	Valeur exp ( <i>N</i> )	Valeur théo ( <i>N</i> )	Ecart (%)	Valeur exp ( <i>N</i> )	Valeur théo ( <i>N</i> )	Ecart (%)	
<b>1</b>							
<b>2</b>							
<b>3</b>							
<b>4</b>							