

## Sujet 1 : Présentation du système Camper Trolley et problématique du sujet

Les loisirs font partie intégrante des sociétés de consommation actuelles. Les hommes apprécient particulièrement les voyages et les vacances. Certains optent pour le caravanning afin de goûter au mieux ces moments de détente.

Pour positionner correctement une caravane sur un emplacement dans un terrain, il faut manœuvrer celle-ci attelée au véhicule qui la tracte, ce qui n'est pas toujours très aisé. Il est donc souvent nécessaire de « désatteler » et de positionner manuellement la caravane. Cette opération, qui peut s'avérer très pénible, a donné naissance au besoin à l'origine de la conception d'un nouveau système : un petit robot tracteur, télécommandable à distance.

Ce petit robot, dont le nom commercial est Camper Trolley, possède les caractéristiques suivantes :

Fixation sur la caravane	sous la flèche (voir DT2)
Masse maximale de la caravane pouvant être tractée	1,5 tonnes en conditions optimales d'adhérence
Masse du Camper Trolley	16 kg
Vitesse de déplacement	8 m·min <sup>-1</sup>
Autonomie	10 minutes d'utilisation en continu
Mode de transmission du mouvement	2 motoréducteurs agissant sur deux chenilles par l'intermédiaire de 2 transmissions pignons-chaîne
Alimentation en énergie	batterie lithium/ion 14,4 V - 5600 mA·h
Rechargement	chargeur secteur 230 V, sortie 16,4 V – 1 A ou panneau photovoltaïque 18 V – 1,17 W
Pilotage du Camper Trolley	télécommande munie de 5 touches : AV (avant), AR (arrière), GA (gauche), DR (droite), AU (arrêt d'urgence touche centrale)



**robot Camper Trolley**



**télécommande**

### **Problématique du sujet**

*On souhaite vérifier que le système permet de répondre aux besoins plus spécifiques des caravaniers :*

- *déplacer une caravane de taille moyenne dont la masse n'excède pas une tonne sur terrain herbeux humide ;*

## 1. Étude de la fixation du Camper Trolley

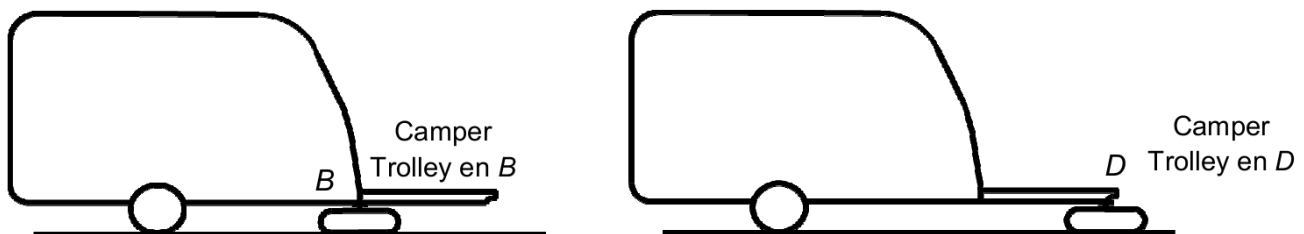
L'objectif de cette partie est de **déterminer** le meilleur emplacement pour positionner le Camper Trolley pour tracter la caravane.

Le document technique DT2 propose un schéma de la caravane de poids  $\|P\| = 15 \text{ kN}$  sur lequel apparaissent les dimensions et les points utiles.  $G$  est le centre d'inertie de la caravane.

Le constructeur préconise de fixer le Camper Trolley sur la caravane le plus loin possible du point d'attelage avec le véhicule (point  $D$ ).

Remarque : lors de l'utilisation du Camper Trolley pour tracter la caravane, il faut relever la petite roue d'appui (en contact avec le sol au point  $C$ ) pour ne plus avoir contact de celle-ci sur le sol.

- Hypothèse :
- problème dans le plan  $(O_0, x, y)$  ;
  - Camper Trolley à l'arrêt ;
  - La liaison du Camper Trolley sur la caravane est modélisée par une rotule de centre le point de fixation.

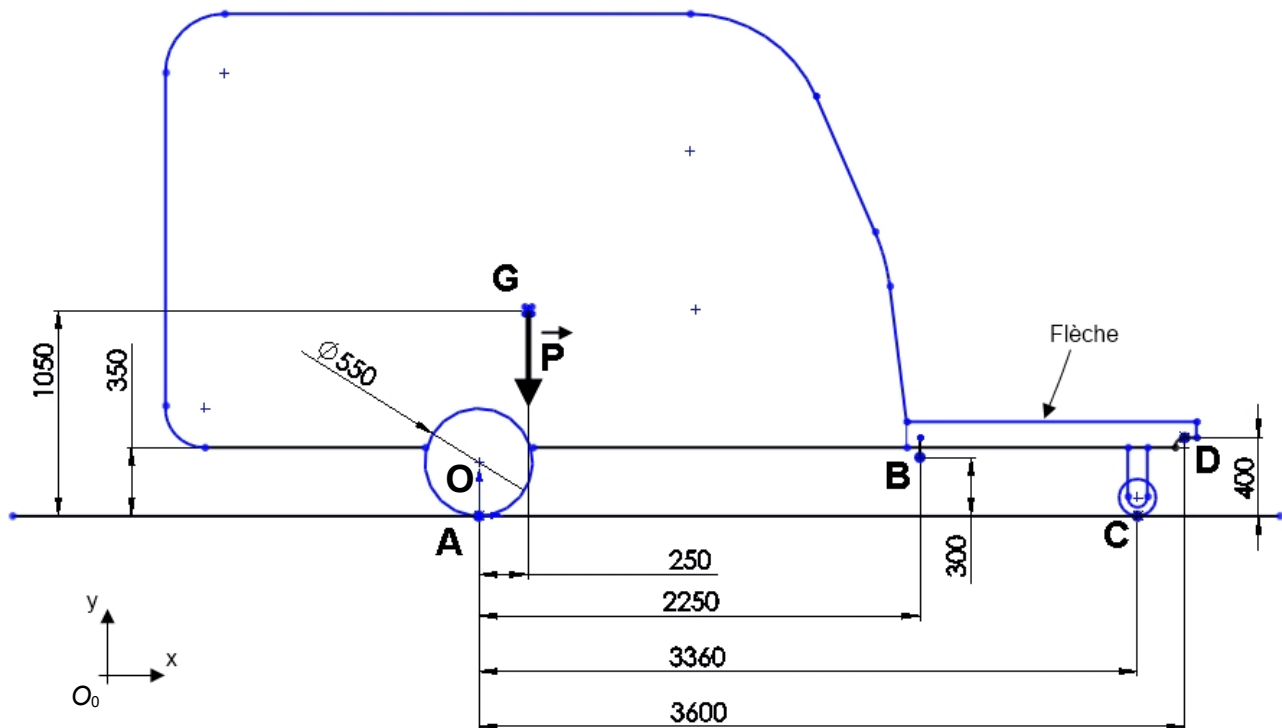


**Q1.** Proposer sur feuille de copie un schéma cinématique pour représenter la liaison rotule du Camper Trolley sur la caravane au point de fixation.

**Q2.** Etablir le bilan des actions mécaniques extérieures appliqué à la caravane et proposer un modèle simplifié du torseur des actions mécaniques transmissibles par la liaison rotule du Camper Trolley sur la caravane au point de fixation qui tienne compte de l'hypothèse plane. Expliquer votre modélisation.

**Q3.** En utilisant, au point  $A$ , l'équation du moment résultant (principe fondamental de la statique) appliqué à la caravane, **déterminer** la valeur de  $B_y(\text{trolley} \rightarrow \text{caravane})$  dans le cas où le Camper Trolley est fixé au point  $B$ . **Déterminer** la valeur de cette même action dans le cas où il est fixé au point  $D$  (voir ci-dessus). **Expliquer** pourquoi le fait de choisir le point  $B$  permet d'améliorer l'adhérence du Camper Trolley sur le sol.

## Dimensions de la caravane (en mm)



## 2. Conditions d'adhérence du Camper Trolley

L'objectif de cette partie est d'évaluer la capacité du Camper Trolley à déplacer une caravane de taille moyenne, dont la masse n'excède pas 1 tonne, sur un terrain herbeux humide.

Dans cette partie, on considère les hypothèses.

$$B_x(\text{caravane} \rightarrow \text{trolley}) = -1620 \text{ N} \text{ et } B_y(\text{caravane} \rightarrow \text{trolley}) = -1100 \text{ N}.$$

La composante sur l'axe  $(O_0, y)$  de l'action mécanique du sol sur le Camper Trolley est :

$$B_y(\text{sol} \rightarrow \text{trolley}) = -B_y(\text{caravane} \rightarrow \text{trolley}) + p, \text{ } p \text{ étant la norme du poids du trolley.}$$

La composante sur l'axe  $(O_0, x)$  de l'action mécanique de sol sur le Camper Trolley est :

$$-B_x(\text{caravane} \rightarrow \text{trolley}).$$

**Q4.** Indiquer si, dans ces conditions, la transmission des chenilles sur le sol est sans glissement. On prendra  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  et un facteur de frottement entre la chenille et le sol de 0,3. Conclure sur la capacité du Camper Trolley à tracter la caravane sur terrain humide.

## Sujet 2 : Pince du robot humanoïde Reachy



## Valider la capacité à saisir et maintenir des objets

L'objectif de cette sous-partie est de valider la capacité du préhenseur du robot humanoïde à saisir et maintenir un objet de la vie courante sans l'endommager.

L'extrémité du bras du robot est munie de la pince de préhension à deux doigts présentée figure 8.

Le support et le doigt fixe notés (0) sont en liaison complète. Le doigt mobile (2) avec secteur denté est entraîné par un pignon (1) à secteur denté fixé à l'arbre d'un servomoteur. Le corps du servomoteur et le support (0) sont en liaison complète.

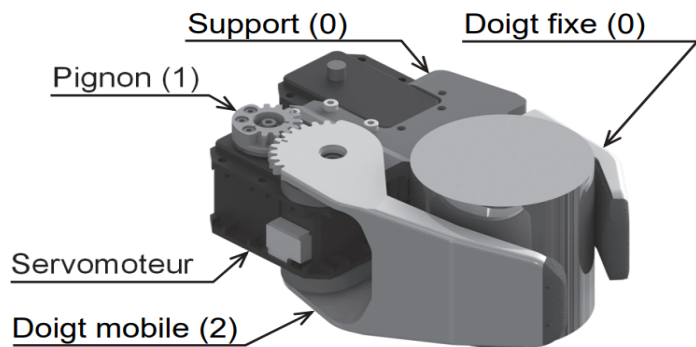


Figure 8 : pince en action de préhension d'un objet cylindrique de 55 mm de diamètre

La figure 11 montre la prise d'un objet type cylindrique. Le doigt mobile (2) est isolé en vue de déterminer l'intensité maximale de la force  $\vec{A}_{(2 \rightarrow S)}$  qu'il peut exercer sur l'objet (S).

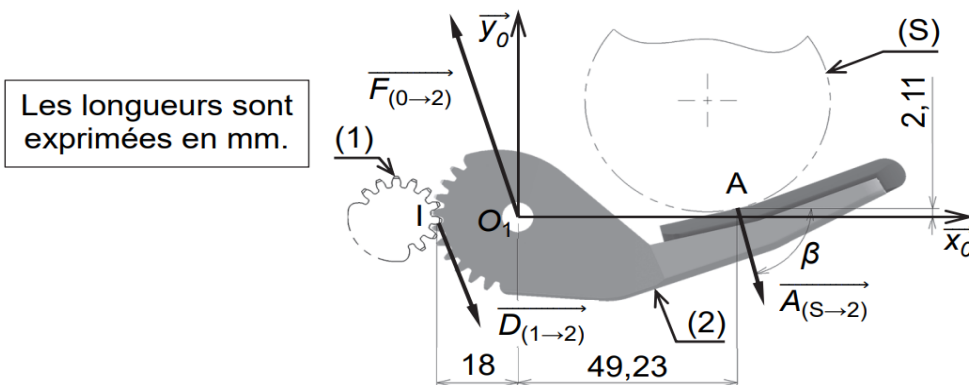


Figure 11 : bilan des actions mécaniques extérieures exercées sur le doigt mobile

Hypothèses et données :

- le problème est plan ;
- le doigt mobile (2) est considéré comme indéformable ;
- la masse du doigt mobile (2) est négligée ;
- dans la configuration où le couple est maximum, la force appliquée en I par le pignon (1) sur le doigt mobile (2) est  $\vec{D}_{(1 \rightarrow 2)} = 14,8 \vec{x}_0 - 40,7 \vec{y}_0$  (en N) ;
- l'action mécanique appliquée en  $O_1$  par le support (0) sur le doigt mobile (2) est modélisée par une force  $\vec{F}_{(0 \rightarrow 2)}$  au niveau de la liaison pivot d'axe  $(O_1, \vec{z}_0)$  ;
- l'action mécanique appliquée en A par l'objet (S) sur le doigt mobile (2) est modélisée par une force  $\vec{A}_{(S \rightarrow 2)}$  ;
- l'angle entre  $\vec{x}_0$  et  $\vec{A}_{(S \rightarrow 2)}$  est  $\beta = 76^\circ$ .

Question 1.8 À l'aide de la figure 11, **déterminer** la norme de la force  $\vec{A}_{(S \rightarrow 2)}$  exercée par l'objet (S) sur le doigt mobile (2) en appliquant le théorème du moment statique au point  $O_1$ . En **déduire** que la norme de la force exercée par le doigt mobile (2) sur l'objet (S) vaut  $\|\vec{A}_{(2 \rightarrow S)}\| = 15,2 \text{ N}$ .