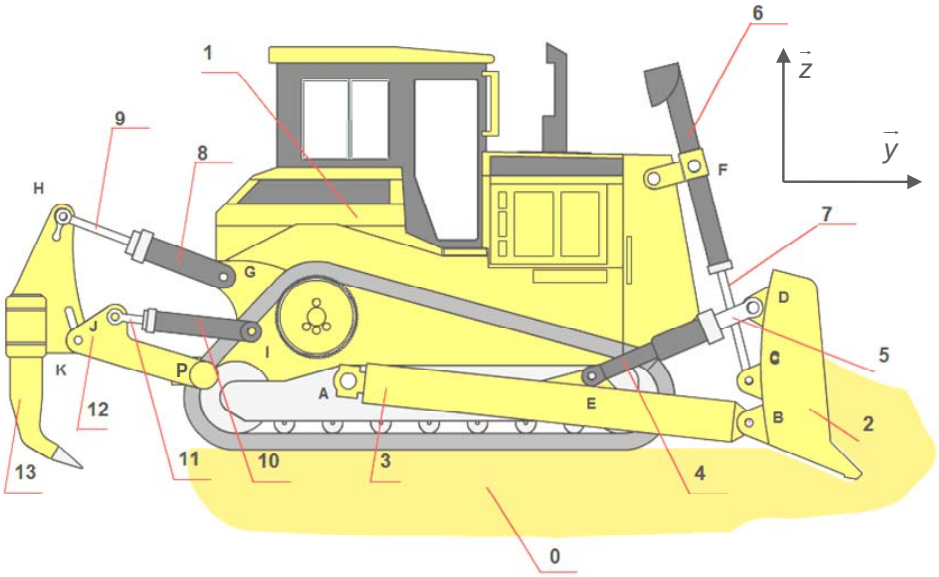
PFS – RESOLUTION GRAPHIQUE

Exercice 1 : BULDOZER

Un bulldozer est une pelle niveleuse montée sur un tracteur à chenilles. Il est équipé d'une lame 2 à l'avant et d'une griffe 13 à l'arrière utiles pour le terrassement des sols.
Ces deux éléments sont mis en mouvement à l'aide d'actionneurs hydrauliques alimentés par une centrale hydraulique couplée à des limiteurs de pression permettant d'obtenir pour chacun des vérins la pression du fluide nécessaire.
Une représentation 2D du bulldozer est donnée ci-dessous :



Constituants :

- Le mouvement de la griffe 13 est obtenu grâce aux vérins hydrauliques 8+9 et 10+11. Les liaisons aux points G, H, I, J, et P sont des liaisons pivot d'axes parallèles. En K, un petit cylindre d'axe $(K,\vec{x})$ de la pièce 12 glisse dans une rainure de la griffe 13.

Hypothèses :

- Les liaisons sont considérées comme parfaites sauf la liaison en K.
- L'action de la pesanteur sur les différents solides sera négligée par rapport à l'action mécanique du sol sur la griffe 13.
- Le problème est considéré comme plan $(\vec{y},\vec{z})$.
- Le système est en équilibre dans la position décrite sur les figures 1 et 2.

Données :

- L'action, au point T , du sol sur la griffe 13 (notée $\overrightarrow{T_{sol\to 13}}$) est donnée sur la figure 1 de la page suivante.
- Vérin 10+11 : rayon du piston $R_{11}=50\,mm$, rayon de la tige $r_{11}=12\,mm$,
- Vérin 8+9 : rayon du piston $R_9=54\,mm$, rayon de la tige $r_9=14\,mm$,
- Pression du fluide en sortie de la centrale hydraulique $p=300\,bar$

Objectif : *Déterminer, en vue du choix des limiteurs de pression, la pression du fluide nécessaire dans les deux vérins de la griffe 13 pour la position d'équilibre du système décrite sur la figure de la page suivante.*

Question 1 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur le vérin 8+9, la direction de* $\overrightarrow{R_{9\to 13}}$ *notée* $\Delta\overrightarrow{H_{9\to 13}}$ *.*

Question 2 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur la griffe 13, la norme et le sens de* $\overrightarrow{R_{9\to 13}}$ *noté* $\overrightarrow{H_{9\to 13}}$ *. Les tracés seront effectués sur la figure 1 de la page suivante.*

Question 3 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur 9, la pression d'alimentation* p_1 *du vérin 8+9.*

Question 4 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur le vérin 10+11, la direction de* $\overrightarrow{R_{11\to 12}}$ *notée* $\Delta\overrightarrow{J_{11\to 12}}$ *.*

Question 5 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur 12, la norme et le sens de* $\overrightarrow{R_{11\to 12}}$ *noté* $\overrightarrow{J_{11\to 12}}$ *. Les tracés seront effectués sur la figure 2 de la page suivante.*

Question 6 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur 11, la pression d'alimentation* p_2 *du vérin 10+11.*

Echelle des tracés : $1\,cm = 100\,kN$

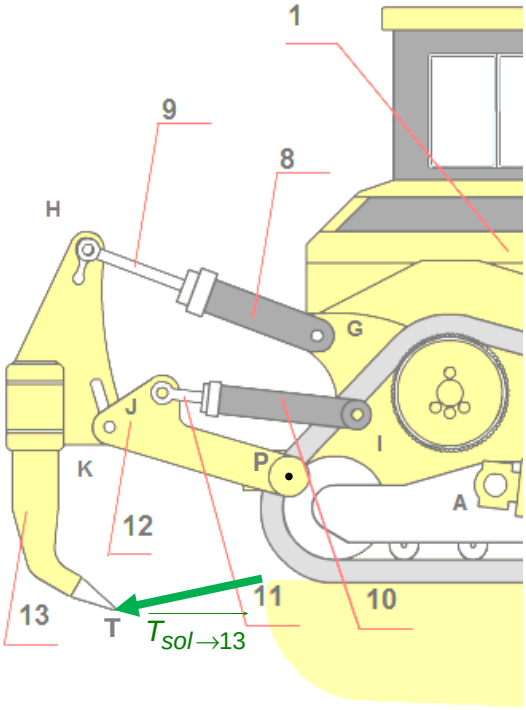


Figure 1

Echelle des tracés : $1\,cm = 100\,kN$

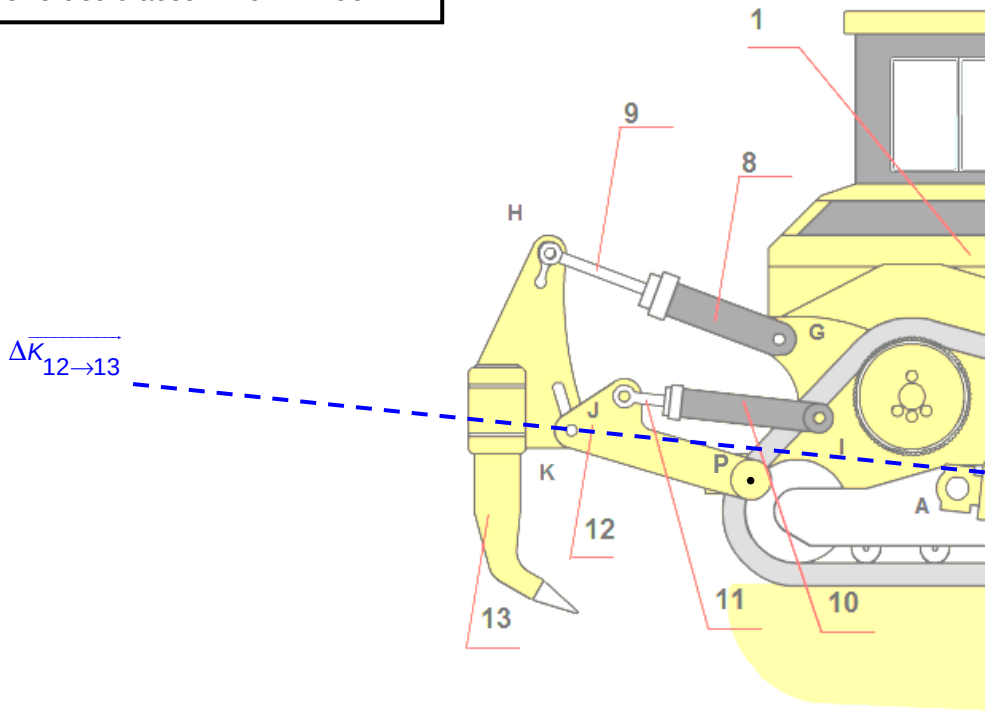
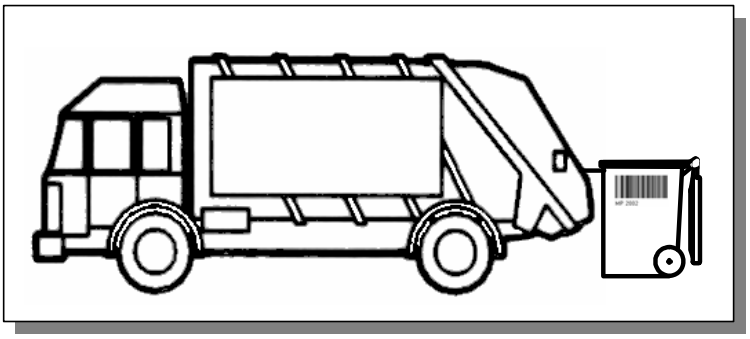


Figure 2

Exercice 2 : SYSTÈME DE COLLECTE DES ORDURES MÉNAGÈRES

On s'intéresse à un système de collecte et de pesée embarquée des ordures ménagères.



Afin de réduire la quantité des ordures, de plus en plus de municipalités décident de faire payer aux usagers une taxe sur les ordures ménagères proportionnelle au poids des déchets. Les camions poubelles sont alors équipés de systèmes de pesée de manière à enregistrer le poids des déchets lors du vidage des conteneurs.

Chaque conteneur à ordures comporte en outre un dispositif d'identification unique permettant d'établir automatiquement les factures. L'identité du conteneur est donnée à l'aide d'un code à barres.

Un calculateur soustrait, après mesures, le poids du conteneur vidé au poids du conteneur plein et stocke le poids net avec l'identification du conteneur. Les informations récupérées sont alors transmises au système informatique pour facturation et analyse.

Le fonctionnement est le suivant :

Levage du conteneur :

Le conteneur 8 est soulevé par le peigne 7 qui est lui-même articulé en H sur la bielle 5 et en J sur la bielle 6. L'effort de levage est fourni par le vérin [3+4]. Celui-ci est articulé en B sur le bras 2 et en F sur 6. C'est lors de cette phase que la mesure de poids est effectuée. Avant utilisation, le système est étalonné en utilisant des poids connus. La mesure faite dans la bielle de soulèvement 5 est enregistrée sous un angle prédéterminé, par exemple dans la position de la figure page suivante, à la fois lors de la course en montée et en descente. Pendant cette phase le vérin [0+1] ne fonctionne pas.

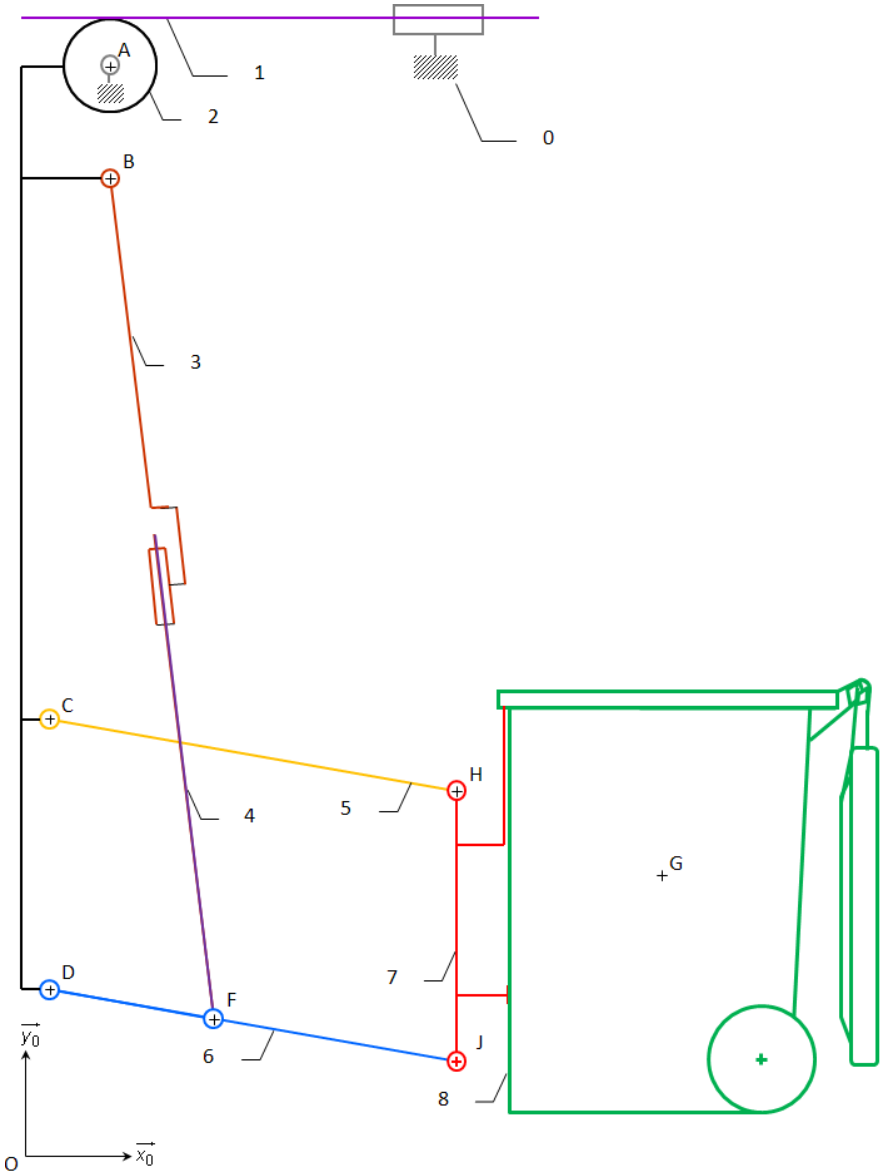
Vidage du conteneur :

Le système est animé par le vérin hydraulique [0+1] grâce au système de transformation de mouvement pignon-crémaillère. Le bras 2 est en liaison pivot d'axe $(A,\vec{z})$ avec la benne 0, ce qui permet le basculement du conteneur 8. Lors de cette phase le conteneur est vidé.

Repose du conteneur :

On fait tourner le conteneur en sens inverse jusqu'à ce qu'il soit dans sa position droite et on l'abaisse jusqu'au sol.

Le schéma cinématique du système de collecte des ordures ménagères est donné ci-dessous :



Hypothèses :

- Les liaisons sont considérées comme parfaites.
- L'action de la pesanteur sur les différents solides sera négligée sauf sur le conteneur 8 de masse m et de centre de gravité G.
- Le problème est considéré comme plan $(O,\vec{x_0},\vec{y_0})$

Données :

- Le système est en équilibre dans la position du schéma cinématique.
- Les pièces 4 et 5 ne sont pas en contact.
- L'action du vérin [3+4] sur 6 est modélisable par :

$$\{T_{4\to 6}\} = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{R_{4\to 6}} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_F \quad avec\ \overrightarrow{R_{4\to 6}} \cdot \overrightarrow{BF} = -300\,daN$$

Extrait du cahier des charges :

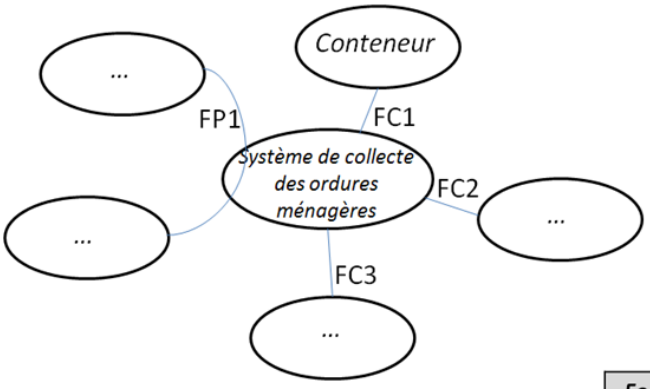


Diagramme des interactions

FP1 : ...
FC1 : Mettre le conteneur à hauteur de la benne
FC2 : ...
FC3 : ...

Fonction	*Critère*	*Niveau*
FC1	...	...
	Masse du conteneur	Jusqu'à 100 kg
	...	...

Objectif : *Vérifier le critère de la fonction FC1.*

Question 1 : *Elaborer le graphe de structure du système lors de la phase de levage d'un conteneur.*

Question 2 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur la bielle 5, la direction de* $\overrightarrow{R_{7\to5}}$ *notée* $\Delta\overrightarrow{H_{7\to5}}$.

Question 3 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur l'ensemble 7+8, la direction de* $\overrightarrow{R_{6\to7}}$ *notée* $\Delta\overrightarrow{J_{6\to7}}$. *Les tracés seront effectués sur la figure de la page suivante.*

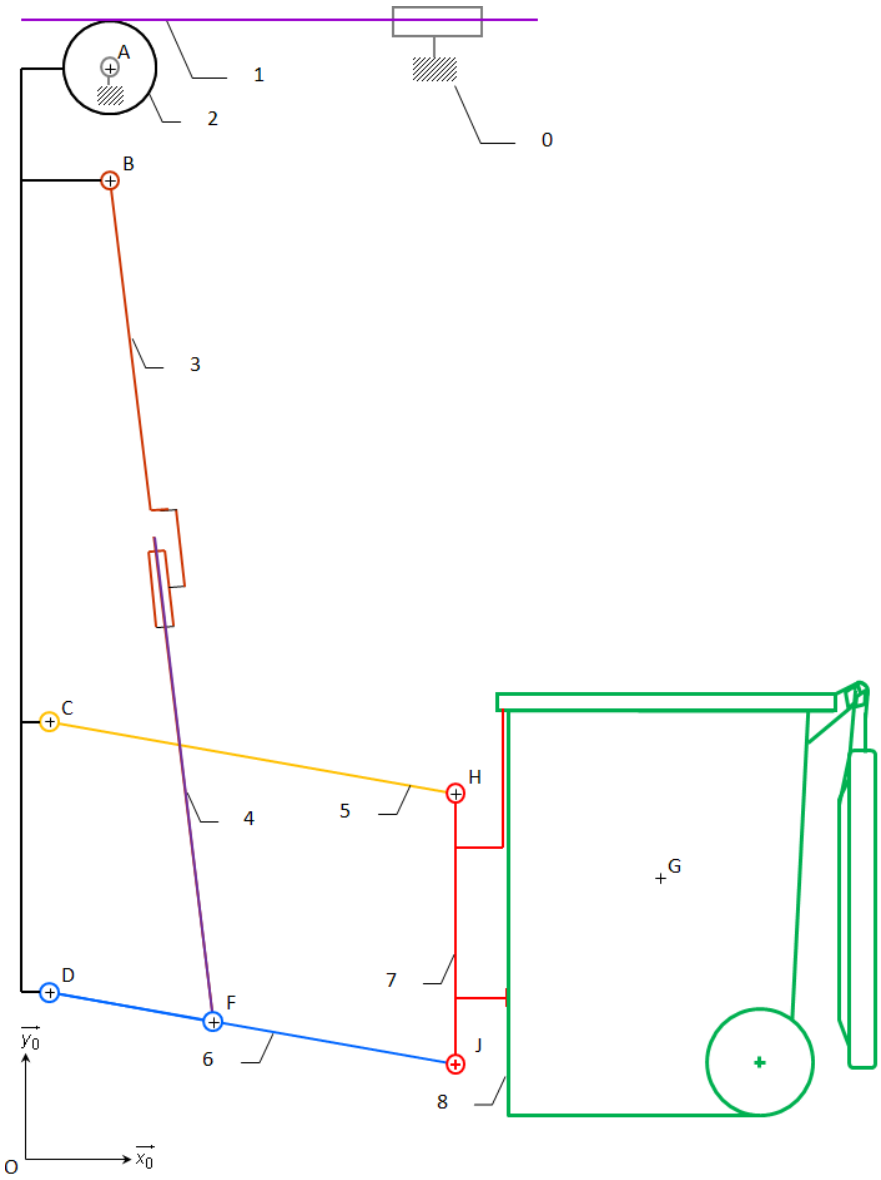
Question 4 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur le vérin 3+4, la direction de* $\overrightarrow{R_{6\to4}}$ *notée* $\Delta\overrightarrow{F_{6\to4}}$.

Question 5 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur 6, la norme et le sens de* $\overrightarrow{R_{7\to6}}$ *noté* $\overrightarrow{J_{7\to6}}$. *Les tracés seront effectués sur la figure de la page suivante.*

Question 6 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur l'ensemble 7+8, la sens et la norme de* $\overrightarrow{R_{pes\to8}}$ *noté* $\overrightarrow{G_{pes\to8}}$. *Les tracés seront effectués sur la figure de la page suivante.*

Question 7 : *Conclure quant au respect du critère de la fonction FC1.*

Echelle des tracés : 4 *cm* = 100 *daN*



Exercice 3 : SKIP DE CHARGEMENT

Le skip de chargement étudié est utilisé dans les carrières pour l'extraction des matières premières.

Il se compose d'un chariot (skip) 3 guidé par deux rails (profilés en U) solidaires d'un châssis fixe 1.

Le guidage du chariot sur les rails est réalisé par deux paires de galets 4 et 5 en liaison pivot avec le chariot et en contact en I et J avec les rails.

Le levage est réalisé à l'aide d'une chaîne entraînée par un motoréducteur (non représenté) situé en amont du chariot.

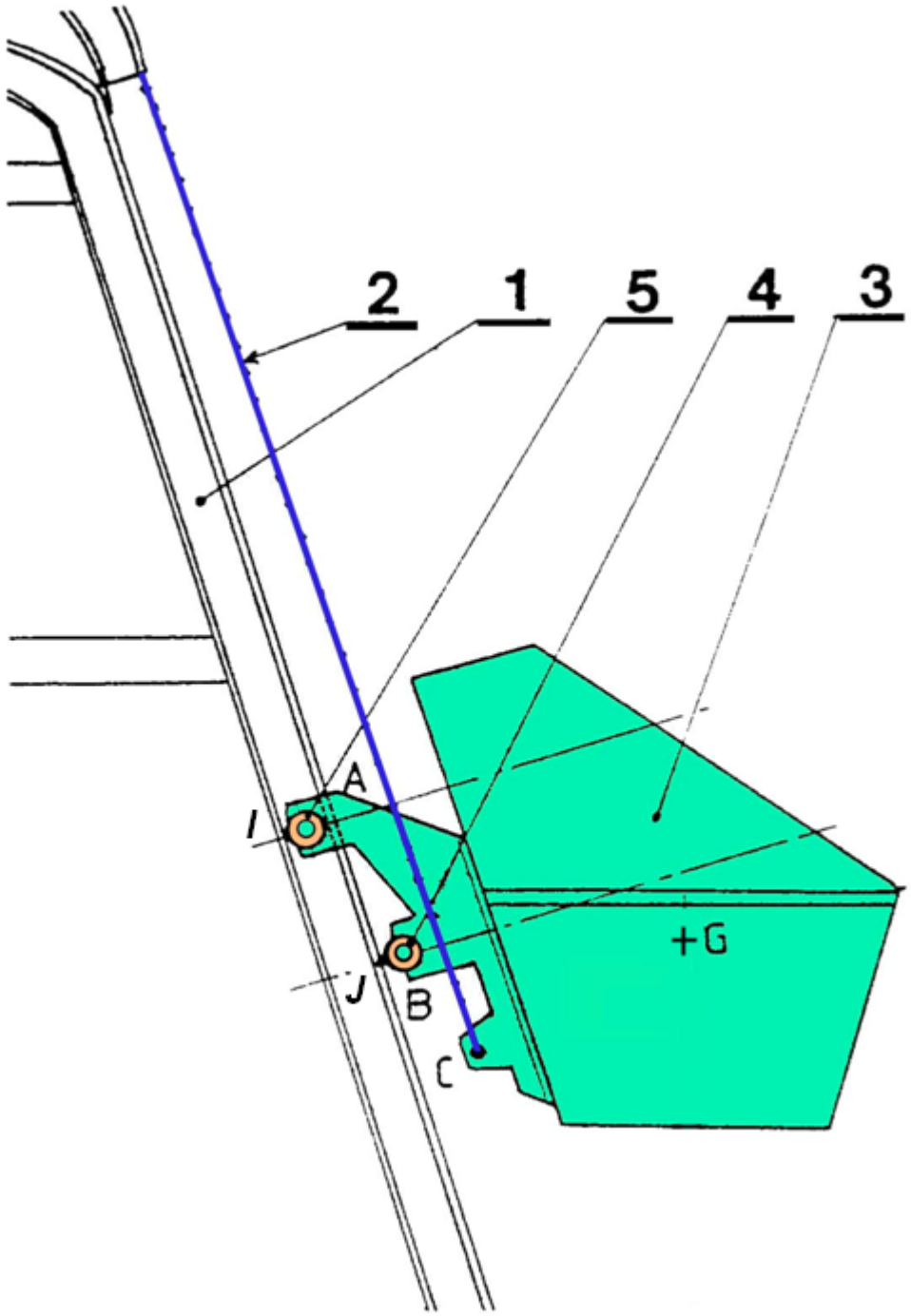
Hypothèses et données :

- Les liaisons sont considérées comme parfaites.
- L'action de la pesanteur sur les différents solides sera négligée sauf sur le chariot 3 de masse $M = 500\,kg$ et de centre de gravité G. On prendra $g = 10\,m \cdot s^{-2}$
- Le problème est considéré comme plan $(O,\vec{x},\vec{y})$
- Le système est en équilibre dans la position de la figure de la page suivante.
- L'action de la chaîne sur le chariot au point C est portée par la direction de la chaîne.

Objectif : *Déterminer, en vue de son dimensionnement, l'effort de traction de la chaine.*

Question 1 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur le galet , la direction de* $\overrightarrow{R_{3\to5}}$ *notée* $\Delta\overrightarrow{A_{3\to5}}$.

Question 2 : *En déduire la direction de* $\overrightarrow{R_{3\to4}}$ *notée* $\Delta\overrightarrow{B_{3\to4}}$.

Question 3 : *Déterminer, en appliquant le PFS sur 3, la norme et le sens de* $\overrightarrow{R_{chaîne\to3}}$ *noté* $\overrightarrow{C_{chaîne\to3}}$. *Les tracés seront effectués sur la figure de la page suivante.*

Echelle des tracés : 10 *mm* = 200 *daN*