

Partiel de Mécanique du Solide 1

Durée 1h15' aucun document autorisé

Novembre 2012

Lors de la correction, une attention particulière sera portée à la critique et aux remarques émises par l'étudiant sur l'homogénéité et la vraisemblance de ses résultats.

Poids indicatif : Partie 1 ≈ 35 % ; Partie 2 ≈ 65 %

1. Etude d'un bulldozer

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 (figure 1).

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.



Figure 1

Une représentation 2D est donnée en figure 2.

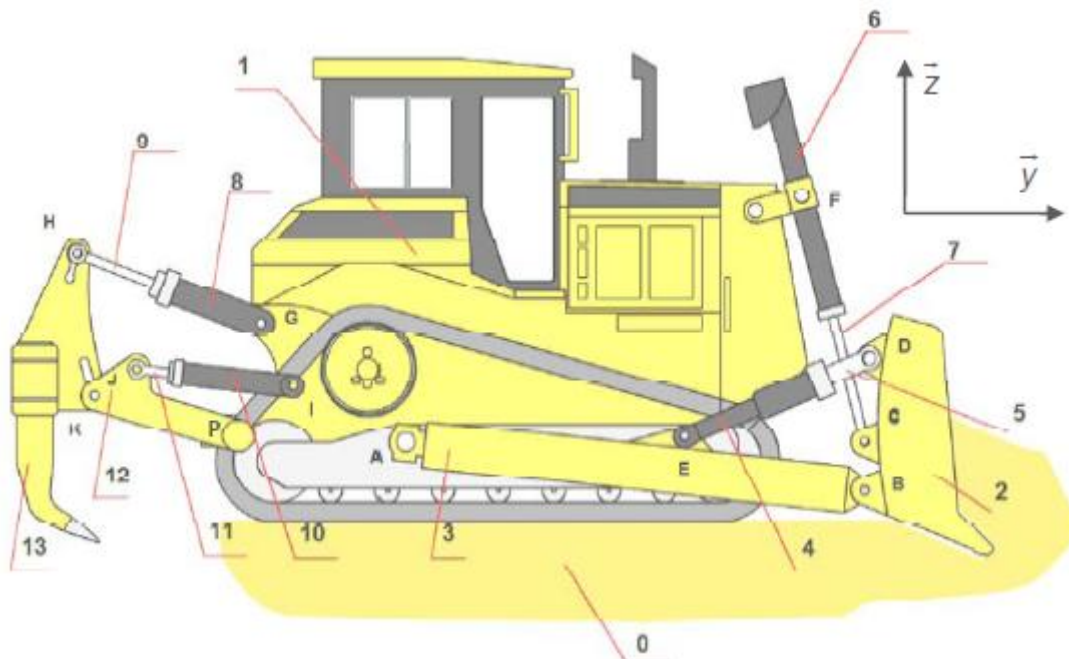


Figure 2

Une représentation partielle de la partie arrière de ce bulldozer est donnée en figure 3. 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 à la direction x. En K, un petit cylindre d'axe (K, x), lié à la pièce 12, glisse dans une rainure de la griffe 13.

Hypothèses :

- Le problème est considéré comme plan (y,z)
- Le système est supposé en équilibre dans la position décrite sur la figure 3.
- Le vérin 8+9 est piloté en expansion (pression du côté qui tend à faire sortir la tige 9). Il exerce alors sur 1 et 13 des poussées d'intensité égale à 300 kN.
- L'action de la pesanteur sur les différents solides sera négligée devant les actions qui prennent place dans les liaisons et devant l'action du sol 0 sur la griffe 13 en T.
- La liaison entre 12 et 13 en K est assimilée à une liaison ponctuelle de normale w .
- Toutes les liaisons aux points G, H, I, J, K et P sont considérées comme parfaites.
- L'action du sol 0 sur la griffe 13 en T est modélisée par une force dont le support est dans le plan (y, z) et passe par T.

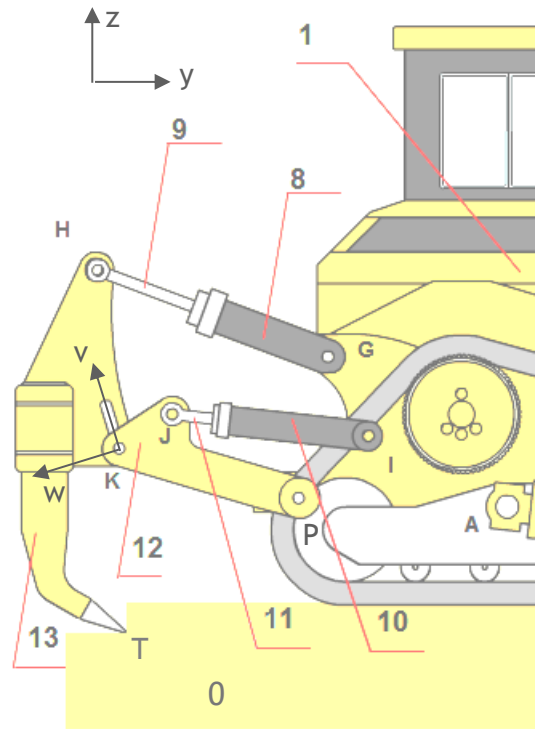


Figure 3

Objectif de l'étude : trouver les efforts dans les liaisons ainsi que l'effort dans le vérin (10+11).

Question 1 : Montrer que les actions de 1 sur 8 et de 13 sur 9 sont des forces, dont les modules seront notés $G_{1/8}$ et $H_{13/9}$. Appliquer le PFS au vérin (8+9) et en déduire la direction et le sens des forces concernées (on rappelle que leur intensité est égale à 300 kN). Déduire par analogie la direction des forces agissant sur le vérin (10+11).

Question 2 : En appliquant le PFS à l'ensemble (13), déterminer graphiquement l'ensemble des actions mécaniques agissant sur la griffe (13) : les tracés seront effectués sur la figure 7 de la page 4. Donner l'intensité de chaque force.

Question 3 : Déterminer graphiquement l'ensemble des actions sur la barre 12 : on indiquera la démarche suivie et les tracés seront effectués sur la figure 8 de la page 4. Donner l'intensité de chaque force. Indiquer si le vérin 10+11 est piloté en expansion (sortie de la tige 11) ou en retrait (rentrée de la tige 11).

2. Etude d'une suspension automobile Mac-Pherson

La suspension de type « Mac-Pherson » est couramment utilisée en construction automobile (figure 4).



Figure 4

L'architecture de cette suspension est modélisée par les figures 5 et 6 ci-après.

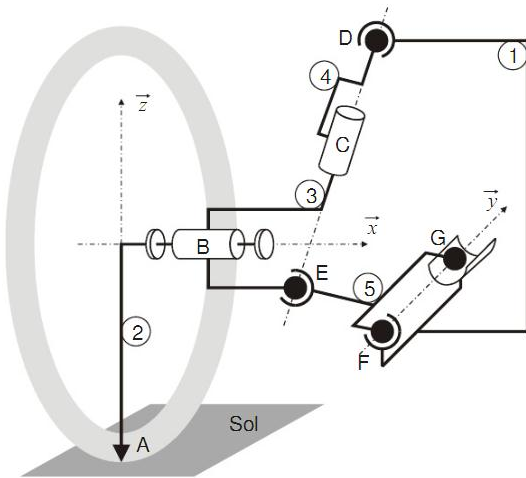


Figure 5

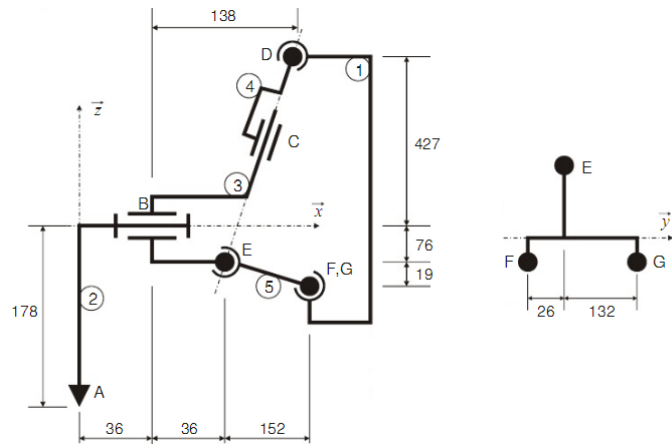


Figure 6

Les constituants considérés ici, et les liaisons qui les relient, sont :

- La roue (2). Elle est en contact ponctuel avec le sol (0) en A. Elle est en liaison pivot d'axe (Bx) avec le moyeu (3)
- L'ensemble (3+4), composé du moyeu, d'un amortisseur et d'un ressort (non représenté). Cet ensemble est en liaison rotule en D avec le châssis (1), et en liaison rotule avec le triangle inférieur (5) en E.
- le triangle inférieur (5). Il est en liaison rotule avec le châssis (1) en F, et en liaison linéaire annulaire d'axe (Gy) avec le châssis (1).
- Le châssis du véhicule (1).

Tout le système est supposé en équilibre statique. Toutes les liaisons sont supposées parfaites. Connaissant le poids du véhicule et la position de son centre de gravité, l'action du sol sur la roue a été déterminée et peut être modélisée par une force $\vec{F}_{0-2} = F_{0-2} \cdot \vec{z}$ avec $F_{0-2} = 2500$ N.

On se place dans le repère $R = (B, xyz)$. Les coordonnées des points caractéristiques dans R sont (figure 6):

$$A = (-36, 0, -178), D = (138, 0, 427), E = (36, 0, -76), F = (188, -26, -95), G = (188, 132, -95)$$

Objectif de l'étude : trouver les efforts dans l'amortisseur pour le dimensionner.

Question 1 : Faire le graphe des liaisons du mécanisme, en considérant les 4 ensembles suivants : (0+1), (2), (3+4), (5)

Question 2 : Appliquer le PFS à l'ensemble (2+3+4) et écrire les équations qui en découlent.

Question 3 : Faire le bilan des actions mécaniques extérieures qui s'appliquent au triangle inférieur (5). Appliquer le PFS à (5) et identifier l'équation qui permet de déterminer l'effort \vec{F}_{5-3} à l'aide des équations précédentes.

Question 4 : En déduire l'intensité de l'effort dans la suspension en C.

Question 5 (bonus) : Indiquer une autre méthode qui aurait permis de déterminer cet effort de façon moins précise mais plus rapide.

Forces, échelle des tracés : 1 cm = 100 kN

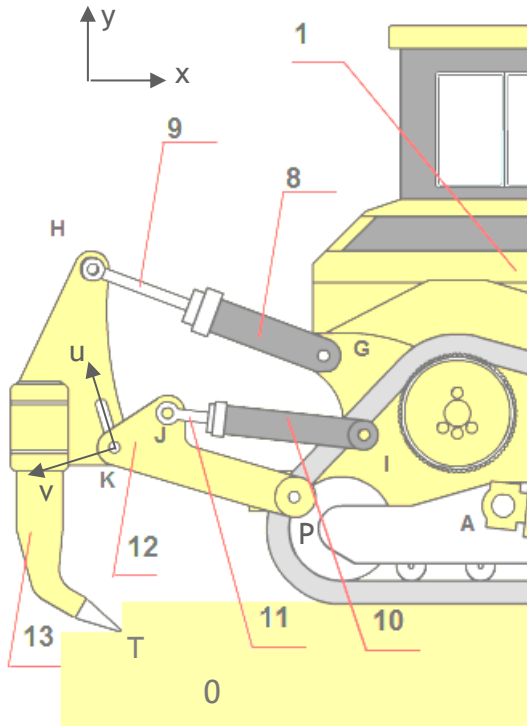


Figure 7

Forces, échelle des tracés : 1 cm = 100 kN

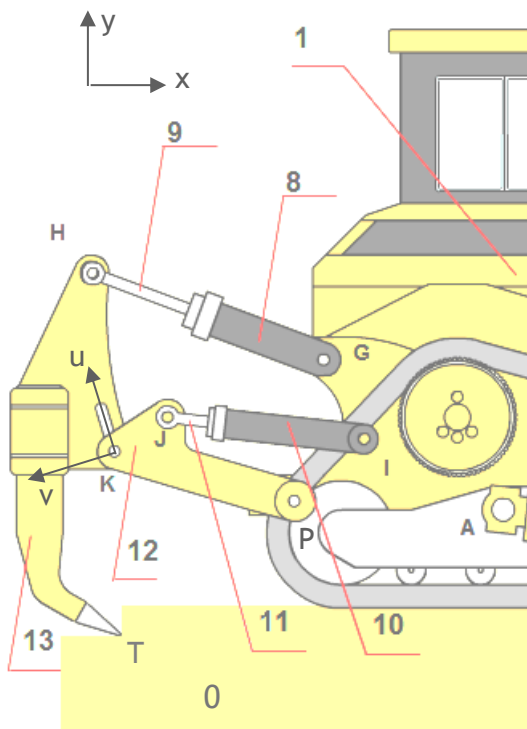


Figure 8