

AP	AP 25	TSI1 (Période 4)
	Principe fondamental de la statique	1h
	Cycle 9 : Statique	5 semaines

Analyser Modéliser Résoudre Expérimenter Réaliser Concevoir Communiquer

MODELISER

- Qualifier les grandeurs d'entrée et de sortie d'un système isolé
- Réaliser l'inventaire des actions mécaniques extérieures s'exerçant sur un solide ou un ensemble de solides
- Associer un modèle à une action mécanique,

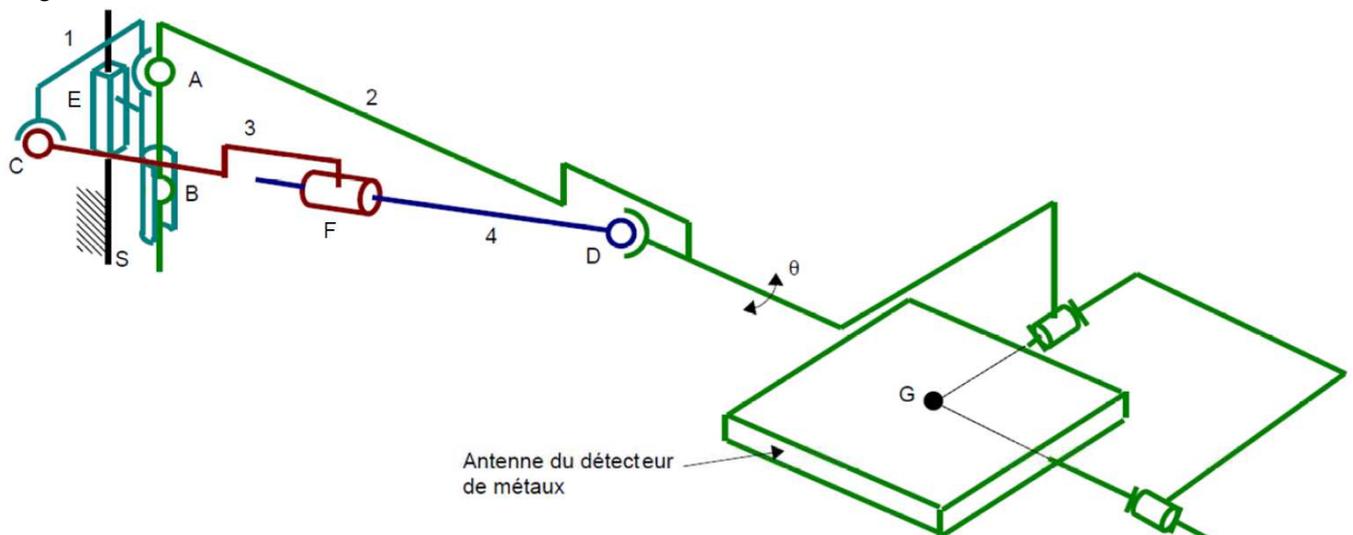
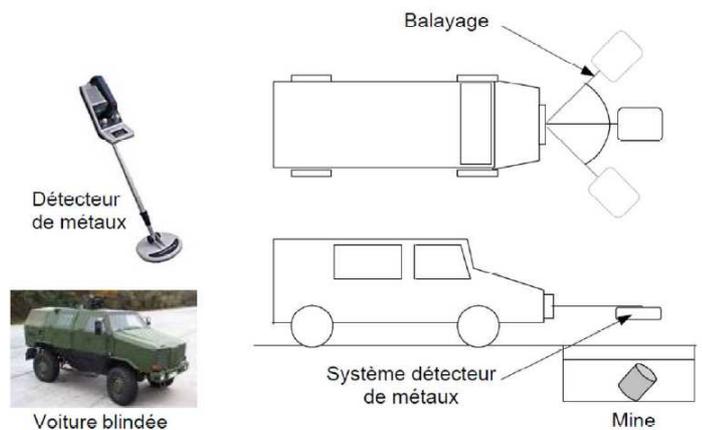
RESOUDRE

- Déterminer les inconnues de liaison
- Déterminer les paramètres conduisant à des positions d'équilibre

Détecteur de mines motorisé

Afin d'assurer la sécurité des personnes chargées de déminer les terrains militaires, les ingénieurs ont imaginé d'intégrer un détecteur de métaux à un véhicule blindé. Grâce à ce système, les démineurs peuvent rester à l'abri dans le véhicule au cas où la mine venait à exploser.

On donne ci-dessous le schéma d'architecture de la solution retenue ainsi qu'un extrait du cahier des charges fonctionnel.



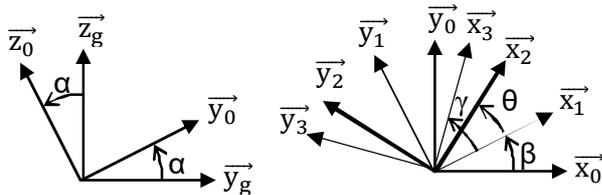
Exigence	Critère	Niveau
Permettre de positionner le détecteur par rapport au véhicule	Masse à déplacer	40Kg

Le balayage par l'antenne de la zone à nettoyer est réalisé grâce à la rotation d'axe (AB) de la pièce 2 actionnée par un vérin hydraulique 3-4. L'antenne du détecteur de métaux est fixée sur un support permettant une double rotation suivant deux axes perpendiculaires de façon à ce qu'elle puisse toujours rester parallèle au sol. Ces deux rotations sont générées par deux moteurs électriques. Le support S est fixé sur le châssis du véhicule. Le support peut être réglé en hauteur par rapport au châssis du véhicule par un vérin.

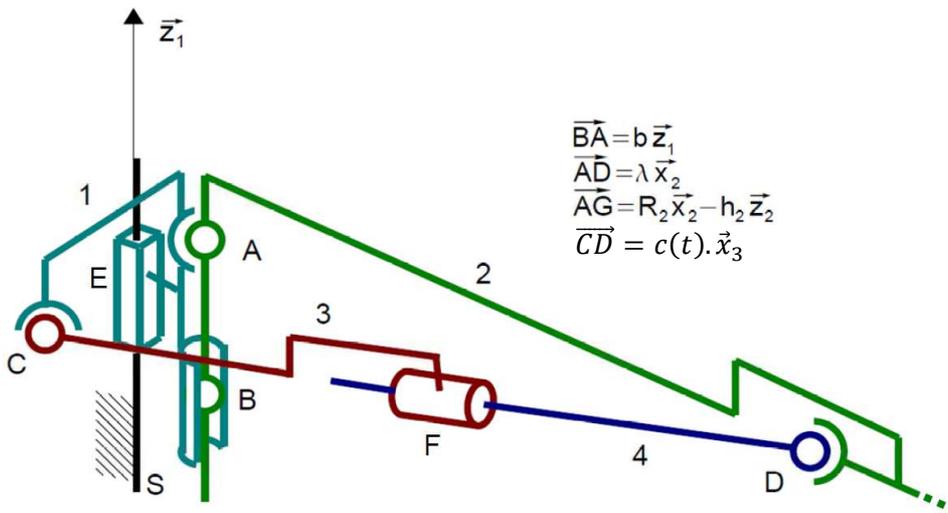
L'objectif de cette étude est de vérifier si le positionneur de radar permet de satisfaire ou non le critère de masse de radar à déplacer.

Hypothèses de modélisation :

- La pesanteur n'agit que sur l'antenne en son centre G.
- La base $B_0 = (\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est liée au sol. Le sol est en pente selon un angle $\alpha = 15^\circ$ par rapport à la verticale ascendante de la base $B_g = (\vec{x}_g = \vec{x}_0, \vec{y}_g, \vec{z}_g)$.
- La base $B_1 = (\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ est liée au véhicule 1 qui se déplace sur le sol selon un angle β ($0 \leq \beta \leq 2.\pi$).
- La base $B_2 = (\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ est liée au bras 2 du positionneur de radar. La position du bras 2 par rapport à la voiture est paramétrée par l'angle θ .
- La section du vérin 3-4 est notée S_p .
- La pression dans le vérin est notée p , et est supposée constante.
- Toutes les liaisons sont supposées parfaites.



On retient le modèle 3D suivant (Le solide 2 comprend l'antenne et son support orientable).



- 1) Etablir le graphe de structure du système. Indiquer sur ce graphe le nombre d'inconnues des torseurs d'actions mécaniques transmissibles par chacune des liaisons. En déduire le degré d'hyperstatisme h de ce mécanisme. En déduire la possibilité de déterminer l'ensemble des inconnues.

Action mécanique transmissible par la liaison sphérique en A : $\{T_{1A \rightarrow 2}\} = \begin{Bmatrix} X_{12} & 0 \\ Y_{12} & 0 \\ Z_{12} & 0 \end{Bmatrix}_{A, B_1}$

Action mécanique transmissible par la liaison sphère-cylindre en B : $\{T_{1B \rightarrow 2}\} = \begin{Bmatrix} X'_{12} & 0 \\ Y'_{12} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{A, B_1}$

Action mécanique de la pesanteur sur le solide 2 : $\{T_{p \rightarrow 2}\} = \begin{Bmatrix} -mg\vec{z}_g \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_G$

- 2) Donner la forme des torseurs d'actions transmissibles des liaisons 1-3, 3-4 et 2-4 dans la base 3 conformément à la notation imposée ci-dessous.

Action mécanique exercée par le solide i sur le solide j au point P dans la base 3 $\{T_{i \rightarrow j}\} = \begin{pmatrix} X_{ij} & L_{ij} \\ Y_{ij} & M_{ij} \\ Z_{ij} & N_{ij} \end{pmatrix}_{P, B_3}$

- 3) Déterminer les directions de $\vec{R}_{1 \rightarrow 3}$ et de $\vec{R}_{2 \rightarrow 4}$ puis en déduire des simplifications dans les torseurs précédents.
- 4) Déterminer l'expression de $\|\vec{R}_{2 \rightarrow 4}\|$ en fonction de p et S_p .
- 5) En isolant le solide 2, déterminer l'expression de X_{42} en fonction de P et des paramètres géométriques utiles.

Données numériques

$$m = 40 \text{ Kg} ; S = 28 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 ;$$

$$\vec{BA} = 180 \cdot \vec{z}_0 ; \vec{AC} = -230 \cdot \vec{y}_1 ; \vec{AD} = 710 \cdot \vec{x}_2 ; \vec{AG} = 1200 \cdot \vec{x}_2 - 270 \cdot \vec{z}_2 \text{ où les dimensions sont en mm.}$$

- 6) Calculer la valeur de la pression p maximale pour la position $\theta = 0^\circ$ (et donc $\gamma = 18^\circ$) et $\beta = 0^\circ$ avec les valeurs numériques données.
- 7) Le vérin utilisé peut supporter une pression de 10 bars maximum. Conclure quant à la capacité du système à satisfaire le critère de masse de radar à déplacer.

Ressources : <http://florestan.mathurin.free.fr/>