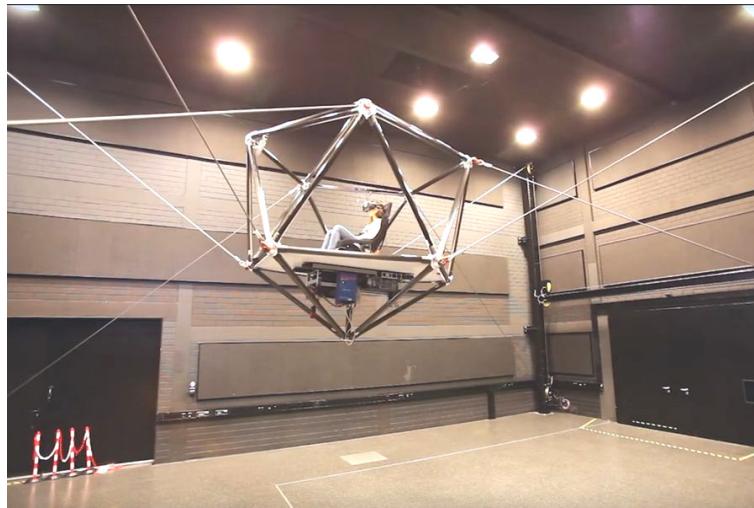
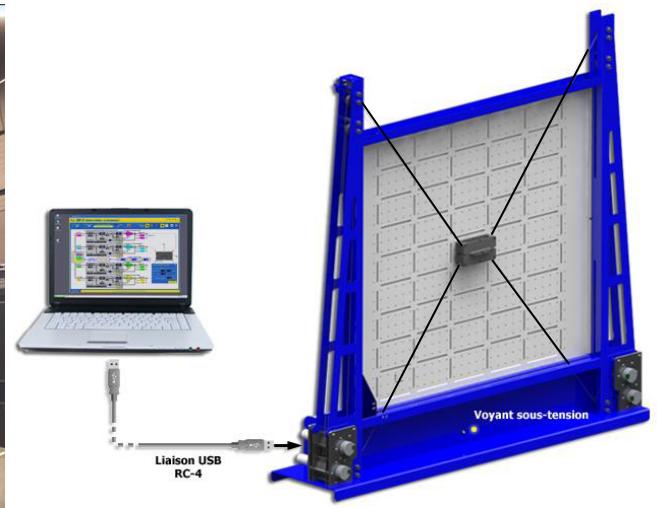


**Présentation :**

De nombreux systèmes de déplacement ou positionnement utilisent le principe d'un positionnement par câbles, tel que celui du simulateur de Max Planck Society. Ces systèmes permettent d'avoir une dynamique élevée du fait des masses allégées en jeu (les moteurs sont déportés et non embarqués). On propose de s'intéresser à un problème de positionnement par câbles simplifié tel que celui du robot RC4 commercialisé par Didastel Provence. Ce mécanisme à 4 câbles permet de positionner et déplacer un mobile (parallélépipède rectangulaire) dans le plan vertical à partir de 4 câbles tendus à ses extrémités.



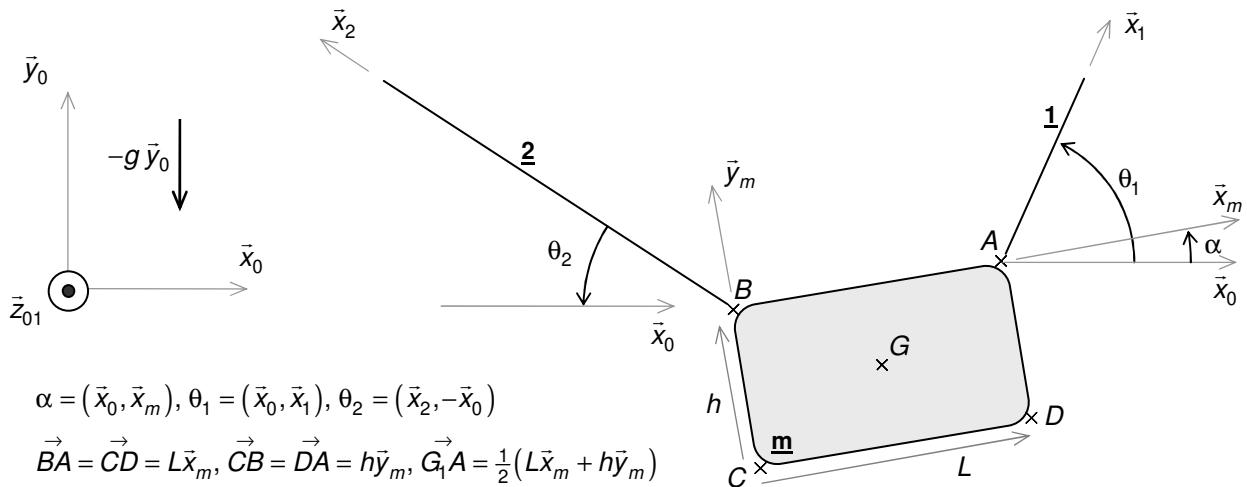
Simulateur 3D à 8 câbles (Max Planck Society)



Robot RC4 à 4 câbles – Didastel Provence

Le mécanisme du robot RC4 permet de déplacer dans le plan vertical un mobile parallélépipédique rectangulaire **m** à partir de la commande synchronisé des allongements de 4 câbles (numérotés **1**, **2**, **3** et **4**) reliés à chacune des ses extrémités. La commande du déplacement est réalisé à partir de 4 moteurs électriques qui entraînent les 4 enrouleurs des câbles. Il s'agit d'un asservissement de position et vitesse simultané sur les 4 chaînes cinématiques.

Pour comprendre la nécessité de devoir utiliser de 4 câbles (et non simplement 2) dans le cas d'un déplacement dans le plan vertical, on propose une étude statique simplifiée avec 2 câbles dans le but de démontrer l'insuffisance du nombre de câbles dans certaines situations. La figure ci-dessous illustre la géométrie du problème envisagé et le paramétrage associé.

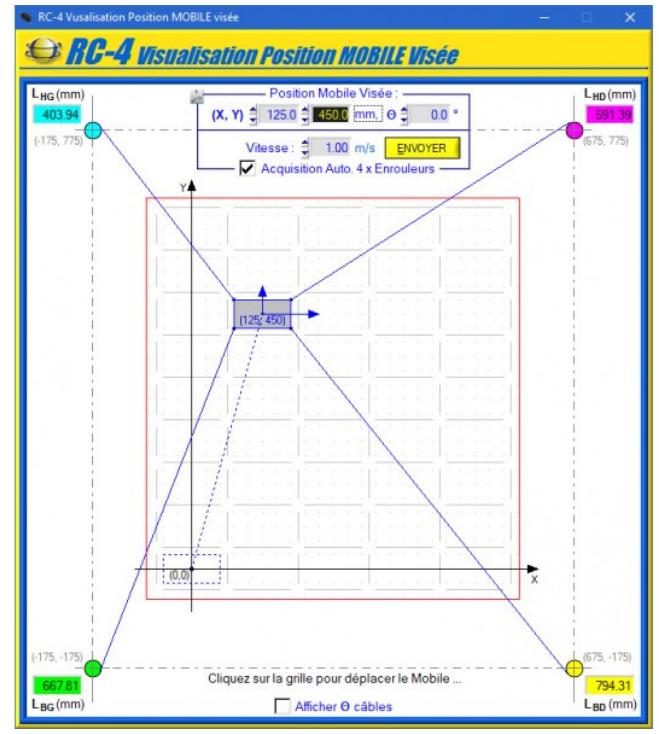
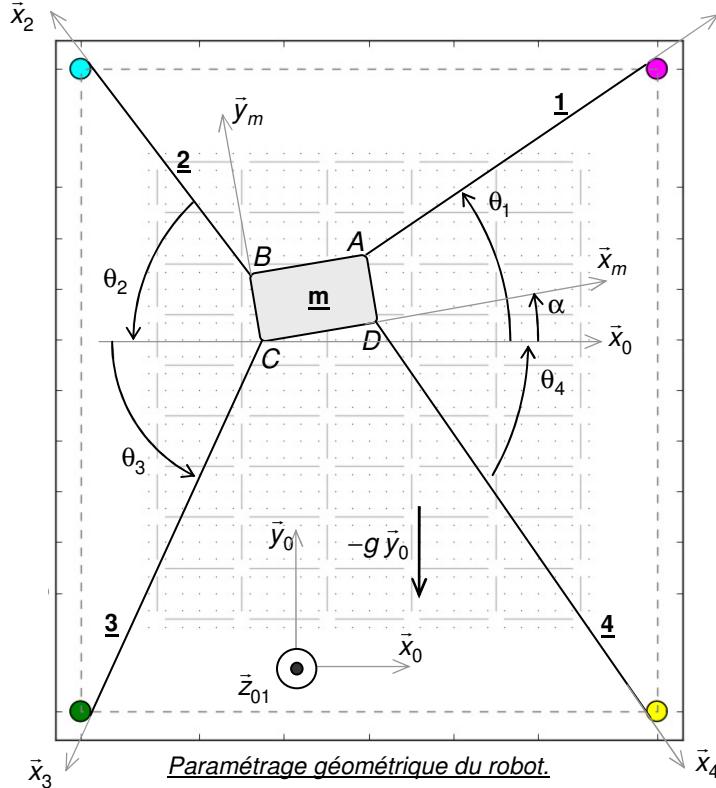


**Hypothèses :**

- le problème est supposé être un problème de statique plane dans le plan  $(\vec{x}_0, \vec{y}_0)$ .
- les dimensions du mobile **m** et sa masse sont connus  $(L, h, m)$ , les câbles **1** et **2** sont supposés de masse négligeable et inextensibles, les liaisons des câbles aux coins du mobile **m** sont des liaisons pivots parfaites (toutes d'axe normal au plan).

## Notations, paramétrage :

Dans toute l'étude, on note  $T_i$ , l'intensité de la tension dans le câble  $i$ . On oriente chacun des câbles par un vecteur unitaire  $\vec{x}_i$  issu du mobile et orienté dans la direction du câble (cf. schéma en page précédente). Avec ces conventions, on admet que l'action mécanique du câble  $i$  sur le mobile  $\underline{m}$  est toujours  $T_i \vec{x}_i$  avec  $T_i > 0$  nécessairement.



## A. Mobile suspendu à 2 câbles.

A.0 Justifier le fait que  $T_i > 0$  ...

- A.1 On envisage la situation 1 du document réponse : mobile  $\underline{m}$  horizontal, suspendu à 2 câbles disposés symétriquement par rapport à la verticale  $G\vec{y}_0$ . En mettant en œuvre la démarche du principe fondamental de la statique, montrer que l'équilibre est possible et que  $T_1 = T_2$  et déterminer  $T_1$  en fonction de  $(m, g, \theta)$ .
- A.2 On envisage la situation 2, variante de la situation 1, dans laquelle le mobile  $\underline{m}$  est toujours horizontal mais les orientations de câbles ne sont plus symétriques. Montrer alors que le PFS ne peut pas être satisfait dans cette situation. Conclure sur la tendance au mouvement du mobile en estimant le moment de la somme des AME en un point judicieux.
- A.3 On envisage la situation 3, variante dans laquelle le mobile et les câbles ont des orientations quelconques. En mettant en œuvre la démarche du principe fondamental de la statique appliquée au mobile, montrer que l'on peut déterminer  $(T_1, T_2)$  en fonction de  $(m, g, \theta_1, \theta_2)$ . Astuce de calcul : l'équation de moment s'écritra préférentiellement en  $A$  ou  $B$ .

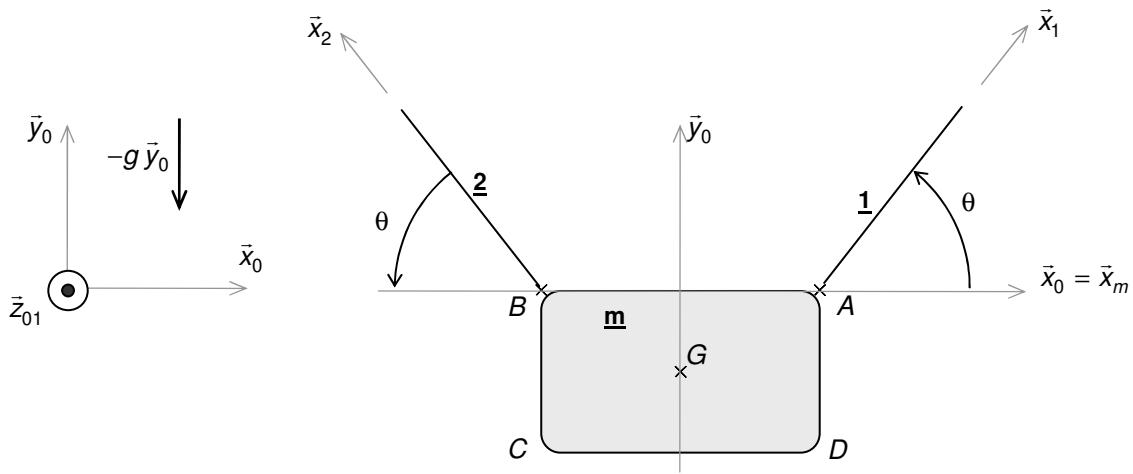
Quelle est l'équation qui permettrait de déterminer  $\alpha$  ? (il n'est pas demandé de la résoudre !)

Comment sont nécessairement les supports  $G\vec{y}_0$ ,  $A\vec{x}_1$  et  $B\vec{x}_2$  ? Quel théorème permet de l'affirmer ?

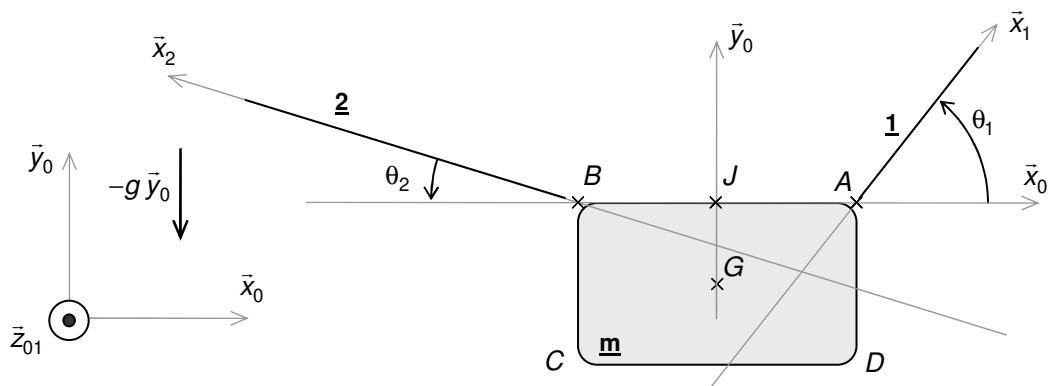
## B. Mobile suspendu à 3, 4 câbles.

- B.1 On envisage de corriger la situation 2 par ajout d'un câble en  $C$ . Montrer, sans aucun calcul, que la configuration géométrique proposée pour  $\theta_3$  n'est pas pertinente pour rétablir/maintenir l'équilibre. Proposer une modification de l'orientation angulaire de  $\theta_3$  pour espérer maintenir l'équilibre...
- B.2 Conclure sur le nombre de câbles minimum qui permette de rétablir l'équilibre. indication: cf. réponse faite en A.0.

### A.1 : Situation 1



### A.2 : Situation 2



### A.3 : Situation 3

