

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2007**

---

**ETUDE DE PRODUITS INDUSTRIELS**

**SOUS EPREUVE E51**

**MODELISATION ET COMPORTEMENT DES PRODUITS  
INDUSTRIELS**

**DOSSIER TRAVAIL**

---

**ELEVATEUR DE SUJETS DE MANEGE**

Ce dossier comporte 4 pages.

**CPE5MC**

## PREMIERE PARTIE

**Problématique :** Valider la cinématique de l'élévateur et vérifier la capacité du groupe hydraulique.

**Objectif 1 :** Vérifier la hauteur et la vitesse de levée de l'élévateur.

Afin d'effectuer les calculs de vérification demandés, il est nécessaire de modéliser l'élévateur.

A l'aide des documents techniques DT3, DT4 et DT5, on donne les classes d'équivalence du mécanisme.

FT 1.1	{	I = {socle} = {1, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 36}
		II = {bras} = {2, 7', 8', 11', 12', 19, 20, 21, 35}
		III = {bielle 1} = {3, 22, 23, 24, 25}
		IV = {bielle 2} = {3', 22', 23', 24', 25'}
FT 1.2	{	V = {support sujet} = {4, 14', 15', 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36'}
		VI = {corps de vérin} = {5}
		VII = {tige de vérin} = {6}

**Nota :** les pièces 3', 7', 8', etc. sont implantées symétriquement aux pièces 3, 7, 8, etc.

**Question 1 :** sur le document réponse DR1 et sur feuille de copie.

A l'aide des documents techniques DT4, DT5 et DT6, compléter le tableau des liaisons comme indiqué à la première ligne du Document Réponse 1 :

- Repasser en rouge les surfaces fonctionnelles de la liaison.
- Donner le torseur des actions mécaniques transmissibles par la liaison.
- Donner son nom et le symbole spatial dans le repère proposé.

**Question 2 :** sur les documents réponses DR2 et DR3.

- Compléter le graphe des liaisons sur le Document Réponse 2.
- Compléter le schéma cinématique spatial du mécanisme sur le Document Réponse 3.

**Question 3 :** sur le document réponse DR4.

- Déterminer les points A, C et M en position haute (A, C et M passent en position haute en A1, C1 et M1).
- En déduire la hauteur de levée.
- A l'aide du DT1, vérifier si le cahier des charges est respecté.

**Question 4 :** sur feuille de copie.

Quelle est la nature du mouvement du sujet de manège posé sur l'élévateur, par rapport au plateau du manège?

**Question 5 :** sur feuille de copie.

Vérifier, d'après les caractéristiques de la pompe et les dimensions du vérin, que la vitesse de sortie de la tige de vérin est de 49 mm/s.

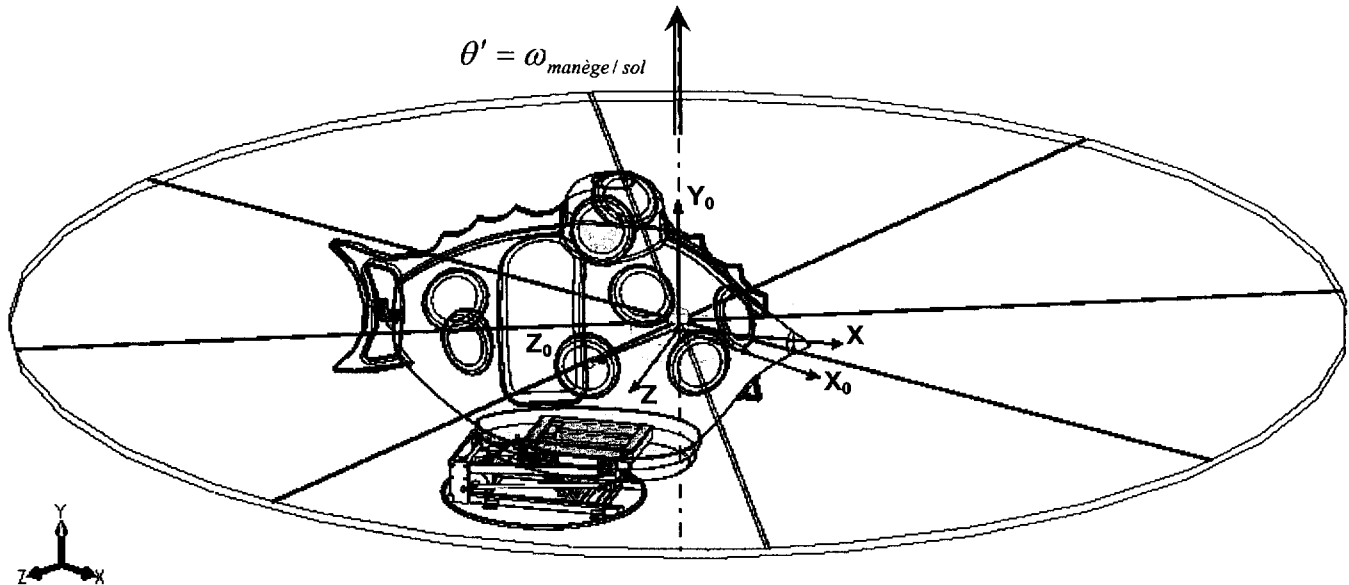
**Question 6 :** sur le document réponse DR4.

En position haute :

- Ecrire au point M1 la loi de composition des vitesses  $\overrightarrow{V}_{M \text{ tige vérin} / \text{corps}}$ .
- En déduire  $\overrightarrow{V}_{M1 \text{ bras} / \text{plateau}}$ .
- Déterminer la vitesse atteinte par le Nautilus par rapport au plateau de manège.
- Vérifier que la vitesse du Nautilus par rapport au plateau du manège est conforme à l'extrait du cahier des charges fourni sur le DT1.

**Objectif 2 :** Vérifier la capacité du groupe hydraulique à fournir la pression nécessaire pour soulever la charge.

La mise en mouvement du Nautilus nécessite une accélération, induisant une hausse de pression. Le manège est en fonctionnement, l'élévateur commence à soulever le Nautilus (phase ②).



**Hypothèses :**

- On considérera l'ensemble isolé "Nautilus + élévateur", comme un système de solides appelé E.
- On néglige la masse de l'élévateur, on considérera donc que la masse de E = 435 Kg.
- Le rendement de la transmission de mouvement est égal à 1.
- La variation d'énergie cinétique de rotation de E est négligeable, on négligera dans cette deuxième partie la rotation du manège.
- L'élévateur donne au Nautilus un mouvement de translation circulaire par rapport au plateau de manège.

**Données :**

- En fin de phase d'accélération,  $\|\overline{V_{E/R}}\| = 0,15 \text{ m/s}$ .
- Déplacement vertical de E pendant la phase d'accélération = 7,5 mm.

Dans cette étude, le but est de déterminer l'action mécanique de la tige de vérin 6 sur le bras 2 pendant la phase uniformément accéléré de E (phase ②), en appliquant le théorème de l'énergie cinétique à l'ensemble E.

**Question 7 :** sur feuille de copie.

A l'aide du Document Ressource 1, déterminer la variation d'énergie cinétique de E.

**Question 8 :** sur feuille de copie.

A l'aide du Document Ressource1, déterminer le travail de l'action mécanique extérieure appliquée à E.

**Question 9 :** sur feuille de copie.

- o A l'aide du DT6, déterminer le déplacement de la tige de vérin par rapport au corps de vérin pendant la phase d'accélération (phase ②, durée : 0,1 s).
- o A l'aide du Document Ressource1, exprimer le travail de l'action mécanique intérieure (seul le vérin fourni un travail).

**Question 10 :** sur feuille de copie.

A l'aide du Document Ressource1, appliquer le théorème de l'énergie cinétique et déterminer l'action mécanique de la tige de vérin 6 sur le bras 2.

**Question 11 :** sur feuille de copie.

- o Déterminer la pression nécessaire à l'obtention de l'action mécanique déterminée ci-dessus.
- o La centrale hydraulique peut elle fournir la pression nécessaire pour soulever l'ensemble E ?

## DEUXIEME PARTIE

**Problématique :** Vérification de la tenue des paliers du support sujet en cas d'arrêt d'urgence du manège.

### Hypothèses :

- On considérera l'ensemble "Nautilus + support sujet 4", comme un seul solide appelé S.
- La décélération angulaire du manège est supposée constante pendant l'arrêt d'urgence.

### Données :

Extrait de norme (NF EN 13814 Machines et structures pour fêtes foraines et parcs d'attraction – Sécurité) :

- Pour un freinage d'urgence d'un sujet de manège accueillant des enfants de moins de 10 ans, prendre une accélération maximale de  $7\text{ m/s}^2$ .
- Position du Centre de Masse du solide S par rapport à l'origine du manège à l'instant du déclenchement de l'arrêt d'urgence :  
 $X = 121,31\text{ mm}$ ;  $Y = 1156\text{ mm}$ ;  $Z = 2784,58\text{ mm}$ .
- Masse de S : 422 Kg.

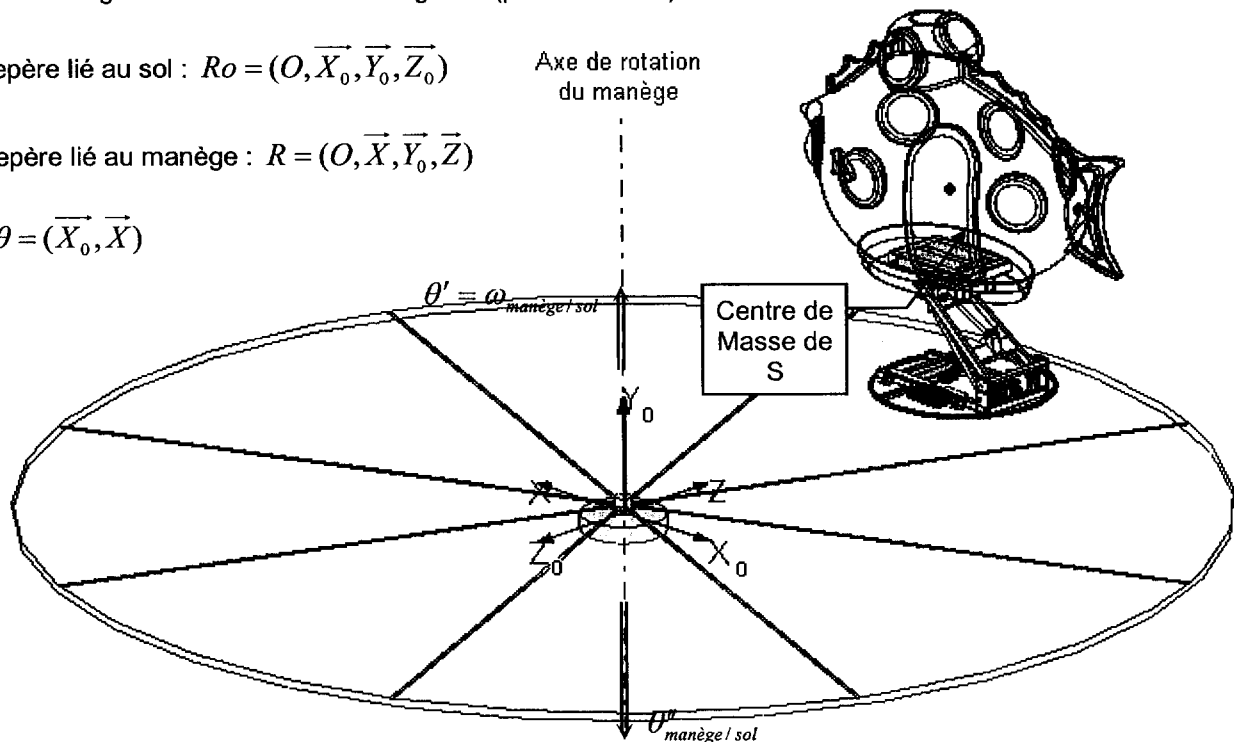
### Mise en situation :

Le manège est en fonctionnement, l'élévateur a soulevé le solide S, un incident amène le gérant du manège à déclencher l'arrêt d'urgence (phase Ⓢ et Ⓣ).

Repère lié au sol :  $R_0 = (O, \vec{X}_0, \vec{Y}_0, \vec{Z}_0)$

Repère lié au manège :  $R = (O, \vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z})$

$$\theta = (\vec{X}_0, \vec{X})$$



**Question 12 :** sur feuille de copie.

A l'aide du DT6, indiquer à quel instant  $t$  correspond le déclenchement de l'arrêt d'urgence.

**Question 13 :** sur feuille de copie et DR5.

- o Déterminer l'accélération normale maximale de S.
- o La représenter en rouge à l'échelle sur la figure 2 du DR5.

**Question 14 :** sur feuille de copie et DR5.

La norme impose une accélération maximale de  $7\text{ m/s}^2$ .

- o Connaissant l'accélération maximale de S, déterminer son accélération tangentielle.
- o La représenter en rouge à l'échelle sur la figure 2 du Document Réponse 5.

**Question 15 :** sur le DR5.

Représenter qualitativement en bleu, sur les figures du Document Réponse 5 :

- les directions des résultantes des actions mécaniques des bielles 3 sur le solide S,
- le poids du solide S,
- les composantes inconnues des actions mécaniques du bras 2 sur les paliers en A et B.

**Question 16 :** sur feuille de copie.

Les roulements des paliers montés en A, B, E et F, fonctionnent-ils de façon dynamique ou statique ?

**Question 17 :** sur feuille de copie.

A l'aide des courbes (sur DT7 et DT8) représentant les composantes radiales et axiales des résultantes des paliers de l'élévateur de sujet de manège, et des indications données dans le dossier ressources pages 1 et 2 :

- Vérifier que la charge admissible n'est pas dépassée.
- Le choix des paliers effectué par le concepteur est-il judicieux ?

**TROISIEME PARTIE**

**Problématique :** Valider la structure du bras de l'élévateur.

**Données :**

- Caractéristiques du matériau :
  - Acier d'usage général : S 355.
  - Module d'élasticité longitudinale  $E = 205000 \text{ N/mm}^2$ .
- Coefficient de sécurité (norme NF EN 13814) : 2.

**Mise en situation :**

La simulation numérique de l'arrêt d'urgence (Le manège est en fonctionnement, l'élévateur a soulevé S, un incident amène le gérant du manège à déclencher l'arrêt d'urgence (phase ©)) a fourni les actions mécaniques appliquées sur le bras 2. Ces données ont été récupérées pour une étude de résistance des matériaux par la méthode des éléments finis, sur un logiciel de calcul de structure. Ce logiciel a fourni les résultats présentés sur le document réponse 8.

**Question 18 :** sur feuille de copie et sur DR6.

A partir des résultats obtenus par le logiciel de calcul de structure,

- Relever la valeur de la contrainte équivalente maximale.
- Entourer la ou les zones correspondantes sur la représentation déformée du bras de l'élévateur.

**Question 19 :** sur feuille de copie.

- Déterminer le coefficient de sécurité de la pièce.
- Le comparer avec celui recommandé par la norme.

**Question 20 :** sur feuille de copie.

A l'aide du document ressource 3, des documents techniques DT4 et DT6 :

- Déterminer la pression de contact maximale exercée au niveau des surfaces cylindriques de la liaison axe 20 / bras 2,
- Comparer avec les pressions préconisées sur le document ressource 3.
- Conclure.

**Question 21 :** sur le DR7.

Compte tenu des résultats obtenus aux questions 23 et 24, proposer, sous forme de croquis ou/et d'annotations, des modifications de forme du bras permettant d'améliorer sa résistance.

**Question 22 :** sur feuille de copie.

Dans une démarche de bureau d'étude, quelles seraient les activités à mettre en œuvre suite à cette modification de forme du bras de l'élévateur ?