

SESSION DE 2003

---

**Concours externe**  
**de recrutement de professeurs agrégés**

---

Section mécanique

**Épreuve de mécanique des systèmes et des milieux déformables**

Durée 8 heures

Aucun document n'est autorisé

Moyens de calculs autorisés : calculatrice de poche – y compris calculatrice programmable et alphanumérique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-018 du 1 février 1999 (BO n°6 du 11 février 1999).

Notes préliminaires

Le dossier comprend 11 pages de texte, 6 pages de figures et 3 pages d'annexes. Les cinq parties sont indépendantes. Il est recommandé de consacrer, en pourcentage exprimé en fonction du temps réel global :

- 10 % pour la partie 1
- 15 % pour la partie 2
- 30 % pour la partie 3
- 15 % pour la partie 4
- 30 % pour la partie 5

# PROBLÈMES LIÉS À LA CONCEPTION D'UN AUTOMATE DE PULVÉRISATION

## I) Présentation générale

La fabrication d'éléments de meubles au sein de menuiseries industrielles, comme des composants de cuisine ou de salles de bains, de portes d'intérieur ou d'entrée, nécessite une phase finale de peinture. L'obligation de concilier, dans cette phase délicate de finition, la qualité et l'homogénéité lors de l'application de produits très divers à une capacité de production très importante, a conduit à la conception d'une cabine de pulvérisation robotisée.

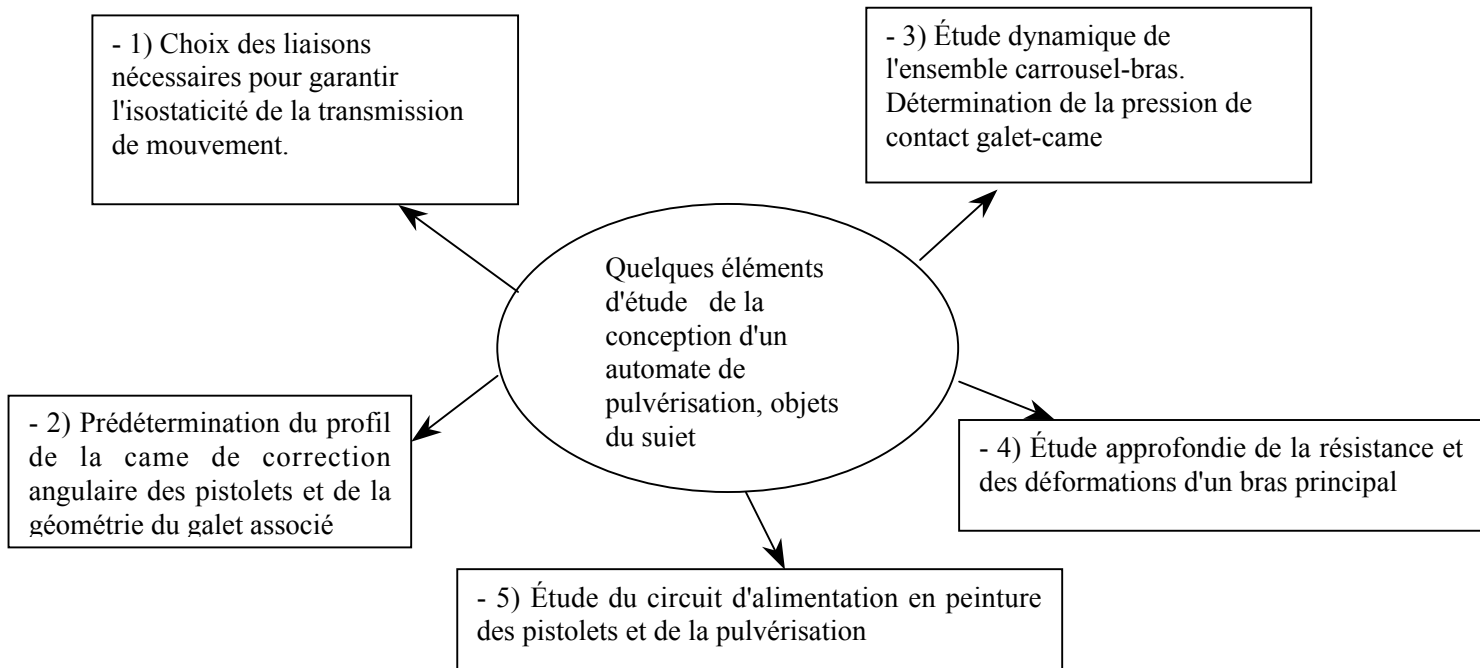


Les éléments plats moulurés sont régulièrement déposés sur un tapis transporteur composé de lames en acier inoxydable et pénètrent avec une vitesse de translation constante au sein de la cabine (voir figure 1). Les lames non jointives permettent la parfaite ventilation de la cabine (courant d'air vertical orienté vers le bas). Le tapis ainsi constitué résiste à tous les produits utilisés. Son entretien est facilité par le raclage d'une lame oscillante transversalement.

Le produit utilisé (peinture ou laque) est distribué par des pistolets placés en bout de bras. Les bras (au nombre de 4 ou 8 en fonction des versions) sont montés sur un carrousel rotatif. Les pistolets, au nombre de 2 par bras, conservent, grâce à un système breveté, une orientation angulaire constante par rapport au tapis durant la phase de peinture. La vitesse de rotation du carrousel est directement liée à la vitesse d'avance du tapis de manière à obtenir un recouvrement parfait des surfaces planes et des chants.

## II) Présentation du problème

Le problème n'aborde que quelques aspects propres à la conception de l'automate de pulvérisation, éléments essentiels de l'opération de finition de peinture des éléments plats.



### 1) Choix des liaisons garantissant l'isostaticité de la transmission de mouvement

On considère dans un premier temps que l'automate ne comporte qu'un seul bras sous-ensemble de correction angulaire des pistolets (voir figure 2). Pour assurer le fonctionnement du mécanisme mono sous-ensemble, la liaison de la bielle réceptrice 2 et du tirant 3 ne peut être un encastrement.

Le galet 5 est supposé, dans un premier temps, démonté.

• **Q-1-1)** Déterminer, le nombre de degrés de liberté que la liaison 2-3 doit avoir, pour que le mécanisme constitué des pièces : 0, 1, 2, 3 et 4, de mobilité 2, soit isostatique.

Proposer alors, parmi les liaisons simples, un modèle pour la liaison 2-3 assurant cette condition.

• **Q-1-2)** Dans le but de n'utiliser que des liaisons simples à contact surfacique, on s'autorise maintenant à pouvoir intervenir sur les liaisons 2-3 et 4-3. Proposer, pour ces deux liaisons, d'autres solutions de liaisons simples utilisant des contacts surfaciques, garantissant toujours l'isostatisme du mécanisme.

• **Q-1-3)** En généralisant la solution retenue à la question Q-1-1 aux autres sous-ensembles, le mécanisme multi sous-ensembles est-il toujours isostatique pour 4 ou 8 bras ?

On prend maintenant en compte la liaison came/galet, en la modélisant par un contact ponctuel en E de normale  $\vec{n}$  appartenant au plan  $\vec{x}_0, \vec{y}_0$ .

• **Q-1-4)** Quelle condition doit-on vérifier pour que le mécanisme, constitué d'un seul bras, soit isostatique ? Quelle est alors sa mobilité ?

• **Q-1-5)** On souhaite piloter le pistolet lié à  $\vec{x}_2$  en commandant la position de la bielle 2 par rapport à 4. Démontrer que la seule solution géométrique, permettant de respecter  $\vec{x}_2 = \vec{x}_4$ , pour le quadrilatère projeté de ACBD dans le plan  $(\vec{x}_1, \vec{y}_1)$  est d'être un parallélogramme.