

# EXEMPLES DE SUJETS DE SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

## EXTRUDEUSE SOUFFLEUSE

### Mise en situation

L'extrudeuse souffleuse permet de fabriquer des flacons en matière plastique.

#### 1. Moule ouvert

La matière est fondue puis extrudée sous la forme d'un tube appelé paraison.

La paraison descend dans le moule.

#### 2. Fermeture du moule

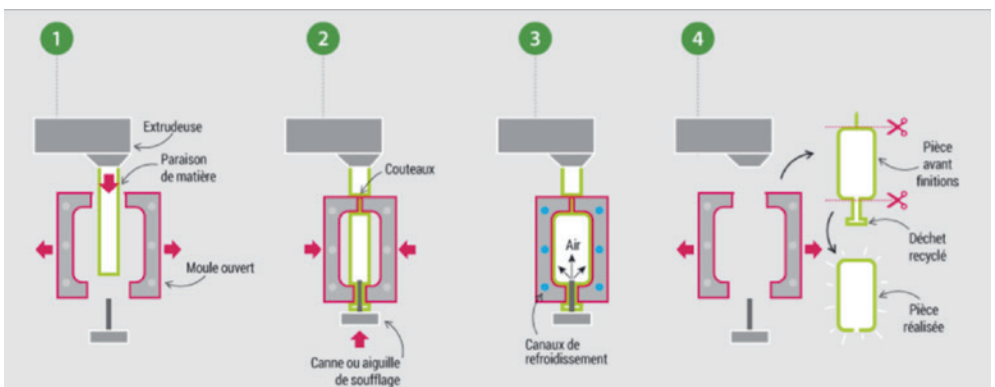
Le moule se ferme sur la paraison. La matière est collée en haut et en bas formant un corps creux hermétique. La canne ou aiguille de soufflage est en place.

#### 3. Soufflage de la paraison

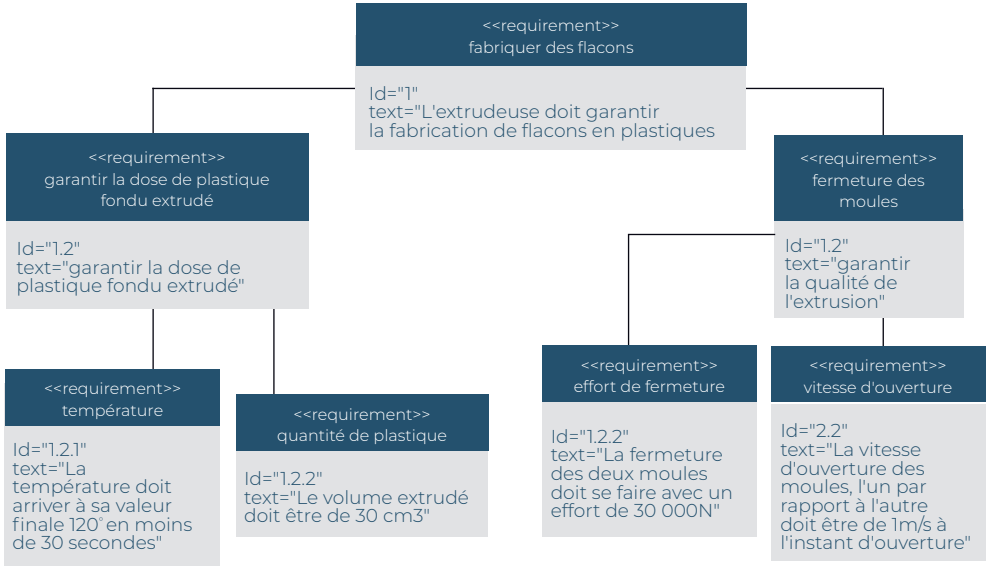
L'air est insufflé par la canne de soufflage dans la paraison et plaque la matière contre le moule. Les parois du moules refroidies figent la matière maintenue en pression.

#### 4. Ouverture moule

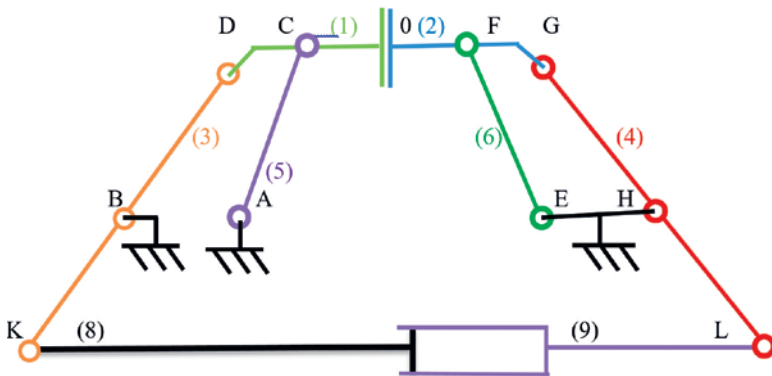
Le moule s'ouvre en libérant la pièce réalisée. Une dernière opération de finition permet de supprimer les déchets de moulage. Ces déchets sont recyclés dans la production.



# Diagramme des exigences partiel



Le moule est constitué de deux parties, lors de la fermeture et de l'ouverture les deux plans en vis-à-vis des moules doivent être parallèles l'un par rapport à l'autre. Un vérin hydraulique, muni d'un jeu de biellettes assure ce mouvement et permet de créer un effort de 30000N entre les deux parties du moule pour éviter qu'il ne s'ouvre lors du soufflage.



Pour chaque candidat, deux parties indépendantes sont proposées.

## Parties proposées

**Partie 1 :** Dimensionnement en statique du vérin (filière PT ou filière PSI)

**Partie 2 :** Modélisation de la commande du chauffage des paraisons (filière PT ou filière PSI)

**Partie 3 :** Réalisation du levier (filière PT)

**Partie 4 :** Dimensionnement du levier (filière PT)

**Partie 5 :** Dimensionnement du vérin d'un point de vue cinématique (filière PT)

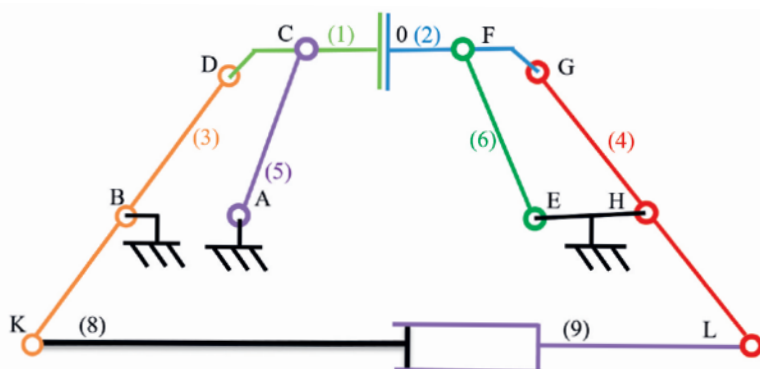
**Partie 6 :** Choix entre deux architectures (filière PT)

Cette liste a pour but d'illustrer les attentes du jury lors de cette épreuve et n'est pas exhaustive. Les parties du programme qui ne sont pas abordées dans cet exemple le sont dans d'autres sujets que nous ne présentons pas dans ce document.



### PARTIE 1

### Dimensionnement en statique du vérin (filière PT ou filière PSI)



Le schéma de la figure ci-dessus représente le dispositif de fermeture au moment où les deux parties du moule vont entrer en contact. Pour cette configuration, l'axe vertical passant par le point O est de symétrie.

On fait l'hypothèse de répartition uniforme des pressions de serrage des deux parties du moule. O est le centre de cette poussée.

Les frottements sont négligés ainsi que les efforts de pesanteur.

La norme de l'effort de fermeture de (1) sur (2) est de 30000 N. Le diamètre du piston (8 + 9) est de 60 mm.

Q1 : Proposer une démarche permettant de déterminer la pression d'alimentation du vérin.

Aide 1 : Réaliser un graphe de liaison.

Q2 : Mettre en œuvre cette démarche.

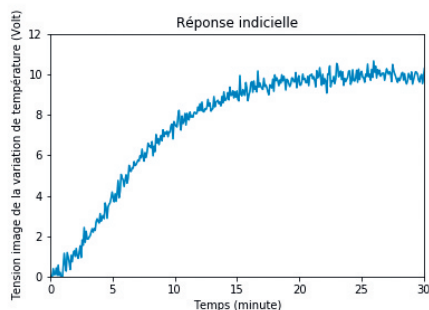
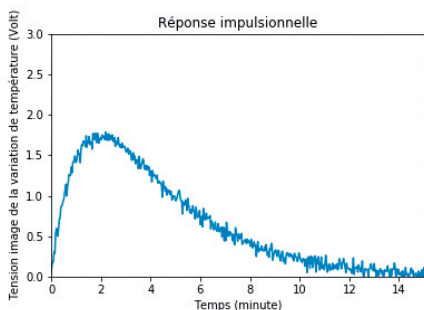
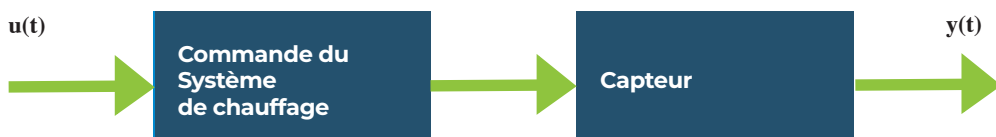


## PARTIE 2

# Modélisation de la commande du chauffage des paraisons (filière PT ou filière PSI)

La commande du système de chauffage est pilotée et asservie, la variation de température de consigne par rapport à la température ambiante sera notée  $u(t)$ . La variable  $y(t)$  est la mesure de cette variation de température en volt obtenue grâce à une instrumentation basée sur un thermocouple.

On va procéder à l'identification des paramètres de la fonction de transfert associée à cet ensemble. On propose pour cela d'exploiter les réponses du système en boucle ouverte (FTBO) du système obtenues à partir des relevés expérimentaux. Les figures suivantes donnent respectivement la réponse indicielle unitaire et la réponse impulsionnelle de ce système.



Si elle vous paraît nécessaire, la transformée inverse de Laplace de  $\frac{1}{(p+a)^2}$  est  $t \cdot e^{-at}$  pour  $t > 0$ .

**Q1 :** Proposer un modèle de comportement à partir de ces deux courbes.

La régulation de la variation de température est maintenant améliorée au moyen d'un correcteur  $C(p)$ .

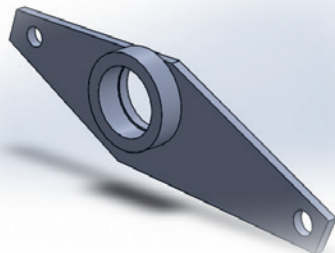
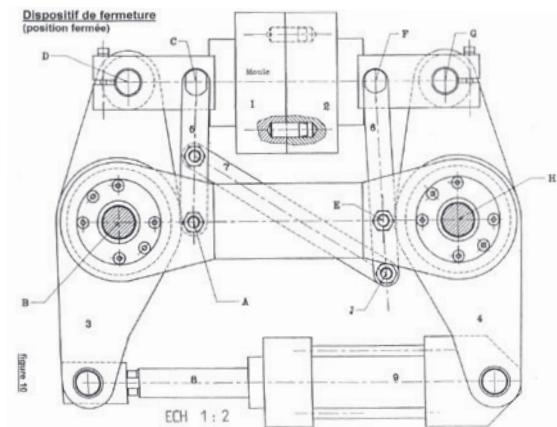
**Q2 :** Déterminer le correcteur qui permet de garantir la marge de phase de  $45^\circ$  demandée.

**Aide 1 :** Réaliser un schéma bloc de l'asservissement ainsi réalisé.



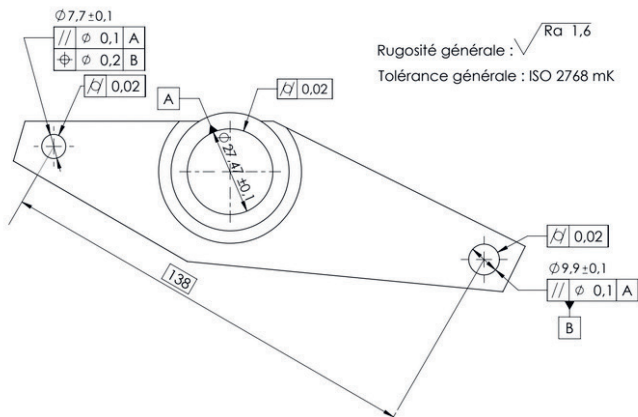
### PARTIE 3

## Réalisation du levier (filière PT)



On souhaite réaliser une dizaine d'extrudeuses de ce type par an.

On propose une spécification géométrique partielle de la pièce pour étayer le raisonnement.



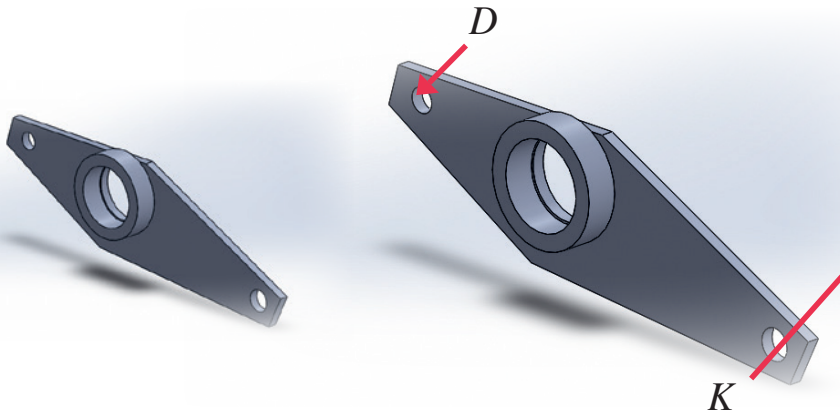
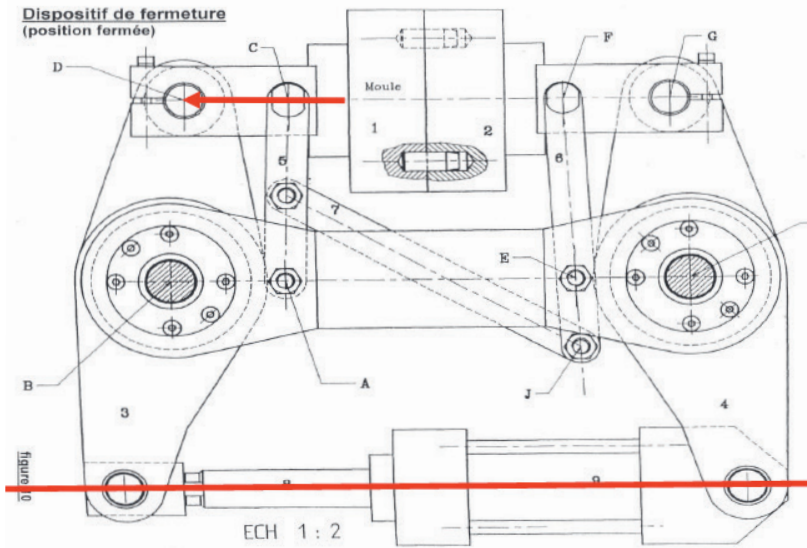
**Q1 :** Proposer un ou des matériaux envisageables et une gamme de fabrication pour le levier. Vous présenterez en particulier un mode d'obtention de brut et les différentes phases envisagées (usinage, traitement thermique, ...).

**Q2 :** Pour une des phases de votre choix, proposer une mise en position et des conditions de coupe.



## PARTIE 4

## Dimensionnement du levier (filière PT)



On considère que le levier (3), présenté ci-dessus, est soumis à des actions mécaniques de l'ordre de 30000N au point D et que les actions mécaniques aux points D et K sont de direction connue (parallèle à (DG)).

**Q1 :** Après avoir proposé les hypothèses nécessaires, déterminer un ordre de grandeur de la déformée et de la contrainte maximale encaissée par cette pièce ;

**Aide 1 :** Hypothèses (non exhaustives) : problème plan, modèle poutre, symétrie de la géométrie, ...



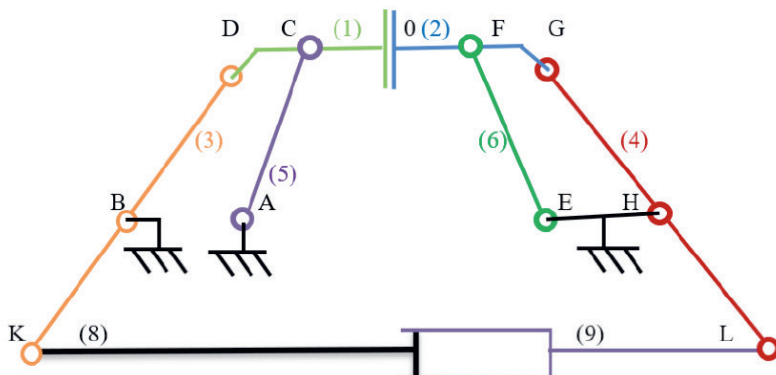
## PARTIE 5

### Dimensionnement du vérin d'un point de vue cinématique (filière PT)

La norme de la vitesse du point O lié à (2) par rapport à (1) doit rester inférieure à  $1 \text{ m.s}^{-1}$  pour garantir la durée de vie du système de fermeture.

**Q1 :** Déterminer la vitesse de sortie de la tige du vérin qui permet de respecter cette exigence.

**Aide 1 :** Caractériser le mouvement de 1/0.



## PARTIE 6

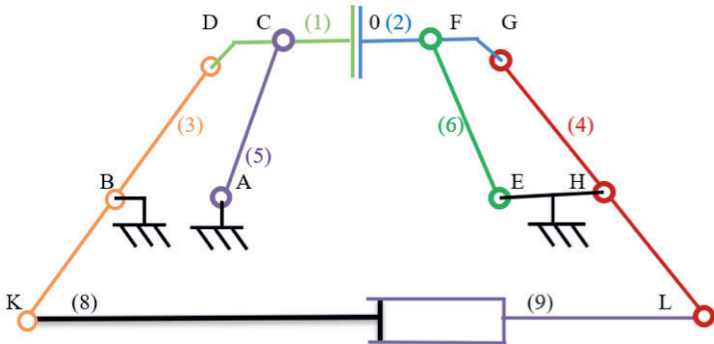
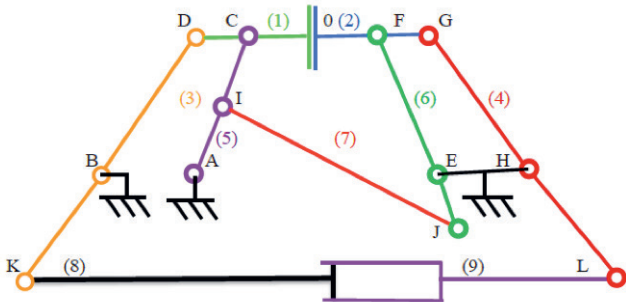
### Choix entre deux architectures (filière PT)

On fait l'hypothèse de répartition uniforme des pressions de serrage des deux parties du moule. O est le centre de cette poussée.

Les frottements sont négligés ainsi que les efforts de pesanteur.

La norme de l'effort de fermeture de (1) sur (2) est de  $30000 \text{ N}$ .

On supposera que les liaisons en A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K et L seront modélisées par des liaisons pivot.



**Q1 :** Déterminer le degré d'hyperstatisme de ces deux propositions.

**Q2 :** Quels sont les avantages et les inconvénients de chacune de ces deux architectures.