**Projet FISE/FISA « SYSTÈMES AUTOMATISÉS** »

modÉlisation du dÉbit de colle

Ce document présente le principe du transfert de la colle sur le capot. Il s’agit ici de déterminer le modèle du comportement de la colle lors du transfert et l’allure de la courbe de débit déposé.

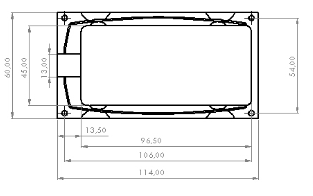
Centre :

Equipe :

Noms des membres de l’équipe :

# Contexte et dÉmarche

Le but à terme sera de régler et de programmer l’Encolleuse afin de déposer un cordon de colle en une passe sur le pourtour d’un capot de téléphone :



Pour les essais, la colle sera déposée sur le pourtour d’une éprouvette de même dimension que le capot

## Système de dépose de colle

La colle est déposée à vitesse constante;

*s*

Pièce à encoller

Aiguille d’encollage supposée cylindrique de rayon intérieur ***r*** et de longueur *k*

Seringue fixe

Tube de Liaison souple

Longueur *L*

*Q*s(t) en

*Q*e(*t*)

S en

*b*

*a*

À titre indicatif

Coupe de *s*

(Hyp. sur la forme)

*Q*e(*t*) : Débit volumique de colle à l’entrée du tube

*Q*s(*t*) : Débit volumique de colle à la sortie du tube

*t* : temps d’encollage

## Forme des cordons de colle

**Difficultés de réaliser un dépôt constant**

**Le système de transfert de colle présente globalement une élasticité** comme en témoigne l’image d’un cordon de colle en vue de dessus. Ici, la colle a été déposée à vitesse constante : on a poussé la seringue pendant une durée de *T* secondes, avant d’arrêter de pousser pendant *T* secondes supplémentaires tout en poursuivant le déplacement de l’aiguille d’encollage.



*T* (s)

*T* (s)

***a***(*T*)

***t***

***a***(*t*)

On fait l’hypothèse que le débit de colle ***Q*s*(t)*** à la sortie de la buse a le même sens de variation que la largeur du cordon ***a***(*t*)

On voit donc apparaître un transitoire *Q*s(*t*) avant d’obtenir un dépôt à *Q*s constant !

Au bout de *T* secondes, lorsque le débit *Q*e passe à 0, *Q*s baisse progressivement.

Les objectifs du projet sont de modéliser ces transitoires dans le but de maîtriser un **dépôt de colle régulier**. Pour cela il faudra connaître l’expression de la fonction du débit de colle ***Q*s**(*t*) déposée.

On pourra ensuite valider le modèle avec les expériences.

# TRAVAIL DEMANDÉ

## Modélisation

On admettra que la variation de volume du tube est proportionnelle à la pression relative (*P*) de celui-ci :

**Δ*V* = *P*·*K*1**

Des résultats connus en mécanique des fluides permettre de faire l’hypothèse que si le rayon *r* de l’aiguille est petit par rapport au rayon intérieur du tube, la pression relative dans le tube est proportionnelle au débit sortant :

Δ*V* : Variation de volume dans le tube ; *P* : pression relative dans le tube

*V(t) :* Volume de colle stocké dans la partie élastique du tube à l’instant « t »  
 *K*1, *K*2 : Constantes qui dépendent uniquement des caractéristiques du tube  
  
*QE​* : Valeur **constante** du débit d’entrée lorsque ce débit est imposé et ne varie pas au cours du temps.

*K*1: facteur de proportionnalité entre la pression et la variation de volume Δ*V***comportement élastique (tube plus ou moins souple)**

*K*2: facteur de proportionnalité reliant la pression dans le tube au débit sortant  
**résistance d’écoulement (buse plus ou moins restrictive)**

*P(t) : Pression dans le tube*

*K : Constante de temps (****notée τ*** *dans les systèmes de premier ordre)*

*T : Durée de la phase de dépose forcée*

*Qs(t) : débit de sortie*

*Qe(t) : Débit d’entrée dans le tube*

*t : temps qui s’écoule depuis le début de la phase de dépose de colle*

En utilisant la loi de conservation des volumes (Volume sortant = Volume entrant – Variation de volume dans le tube) peut-on déterminer **l’équation qui relie *Q*s(*t*) à *Q*e(*t*) ?**

### 1) Hypothèses données

* Le **variation de volume** dans le tube est **proportionnel** à la pression relative . Autrement dit,

K²On suppose que si le rayon de l’aiguille de dépose est très petit par rapport au tube, la **pression dans le tube est proportionnelle au débit sortant**

En combinant les deux, on obtient :  
  
 K1s2s​K1​K2

### 2) Loi de conservation des volumes

On considère le **débit entrant et le débit sortant .** La variation de volume dans le tube au cours du temps vaut :   
es  
  
  
  
Or on vient d’écrire s. On peut donc dériver :  
  
3) Équation différentielle

En égalant les deux expressions de on obtient :

es

Ou

s​e

C’est l’équation clé qui relie le débit de sortie au débit d’entrée , en tenant compte de l’élasticité du tube. Elle est du premier ordre en s

## Détermination de *Q*s(*t*) de 0 à *T* (Régime forcé)

Conditions initiales : On applique un début d’entrée constant alors eEs.  
  
Pour , on suppose que rien ne coule (tube vide, pression nulle).

À , on applique **un débit d’entrée constant**eEs  
  
  
Résolution de l’équation différentielle  
  
L’équation :  
  
sE​  
  
Peut se réécrire ainsi :  
  
s

C’est une équation linéaire du premier ordre. Sa **solution générale** est connue :

s​final​-t/τ ou final​E,   
  
  
Donc :  
  
s​E-t/k  
  
Au tout début , on a s  
En régime établi s tend vers E  
  
Le débit de sortie met un certain temps (lié à la constante de temps pour atteindre le débit d’entrée)

## Détermination de *Q*s(*t*) de *T* à 2*T* (Régime libre)

Conditions initiales : On coupe le débit d’entrée alors *Q*e(*t*) = constante = 0 ; *Q*s(*T*) = *Q*E   
  
On coupe le débit d’entrée :  
  
e  
  
On sait que :  
  
sE-T/K  
  
Équation différentielle dans ce régime :  
  
Lorsque e, l’équation devient :  
  
s0, pour   
  
C’est de nouveau un premier ordre homogène dont la solution est :  
  
ss  
  
On remplace la valeur de sdans la solution : sE-T/K   
  
**Interprétation** : À partir de on n’alimente plus le tube en colle, il reste la pression résiduelle ; le débit va décroître de façon exponentielle.  
En fin de période s tend vers 0.

## Tracé de *Q*s(*t*) (Régimes forcé + libre)

Pour un cordon de forme demi-elliptique avec : *a* = 3mm, *b* = 0,75 mm, choisir un débit *Q*E réaliste et tracer *Q*s(*t*) pour un régime forcé et libre enchaîné. Estimer la constante de temps.

Tracer la courbe sur Excel. Analyser la courbe.

**Pour (régime forcé) :**s​E

**Pour (régime libre) :**

sE-T/K

Graphiquement, on verra une **courbe de montée** (exponentielle croissante vers E​) jusqu’à , puis une **courbe de descente** (exponentielle décroissante) après .  
  
On a :   
  
La **section** (en coupe) d’une demi-ellipse est donnée par :

Soit :

Cela signifie que **à tout instant**, le cordon qui sort de la buse occupe ~3,53 mm² de section.

Supposons que la **buse se déplace** à une vitesse linéaire (mm/s) par rapport à la pièce. Si on veut déposer un cordon continu, alors :

Débit volumique : section du cordon et la vitesse de la buse par rapport à la pièce

Dimension à encoller : 114mm  
Constante de temps K : 4 (secondes)

vitesse

Le débit volumique pour un cordon de 3.53mm² : /smm3/s

* 100.6mm3/s = 0.1006 ml/s
* = 6.04ml/min

Il faut environ 0.1006ml/s de colle pour réaliser ce cordon en 4s sur 114mm de longueur.  
  
0.1006 x 4s = 0.402ml de colle sera déposer