

## Méthodes et Protocoles

Le but ici poursuivi est d'observer l'avancée du front de résine lors d'une infusion dans un tissu.

Résine époxy SR GreenPoxy 56 + durcisseur SD GP505 V2

Rapport massique : 100/37, temps de durcissement : 28 min à 20°C, viscosité : 1.4 Pois

<http://www.boutique-resine-epoxy.fr/epoxy-stratification-bio/47-resine-epoxy-sr-greenpoxy-56-durcisseur-sd-gp505.html>

Tissus : non référencés

Lin tissé 1D

Lin tissé 2D avec traitement de surface à la soude

Jute tissés 2D

I- Expériences préliminaires sur la résine

### 1) Détermination de l'énergie d'activation

On place une faible quantité de résine (durcisseur + monomère) dans un bain-marie de température connue et on regarde régulièrement la consistance, on note le temps quand le mélange commence à filer puis quand il commence à durcir.

On trace ensuite le log de ce temps en fonction de  $1/kT$ . La pente de la courbe du temps de gel correspond à l'énergie d'activation de la réaction. On peut dès lors estimer le temps de prise en masse de la résine.

### 2) Prise de masse en fonction du temps

On met un morceau de tissu à l'étuve à 60°C suffisamment longtemps pour qu'on puisse le considérer comme sec puis on le sort et on le pèse régulièrement. Lorsque le morceau ne gagne plus en masse, on considère qu'il est à l'équilibre avec l'humidité ambiante.

### 3) Prise de masse en fonction de l'humidité

On place des morceaux de fibres de masse connue à un taux d'humidité connu dans une cuve étanche dans laquelle est placé un hygromètre.

L'humidité de la cuve est fixée par des solutions salines saturées. Ces solutions salines sont obtenues en faisant chauffer l'eau et en dissolvant suffisamment de sel pour arriver à la saturation, on laisse ensuite refroidir progressivement. Dès lors, le potentiel chimique de l'eau dans le bécher est fixé par la concentration en sel et à l'équilibre, il impose donc la pression en eau dans l'atmosphère.

$$\mu_l^\circ + RT \ln(a_{H_2O}) = \mu_g^\circ + RT \ln\left(\frac{p_{H_2O}}{p_{sat}}\right) = \mu_g^\circ + RT \ln(h)$$

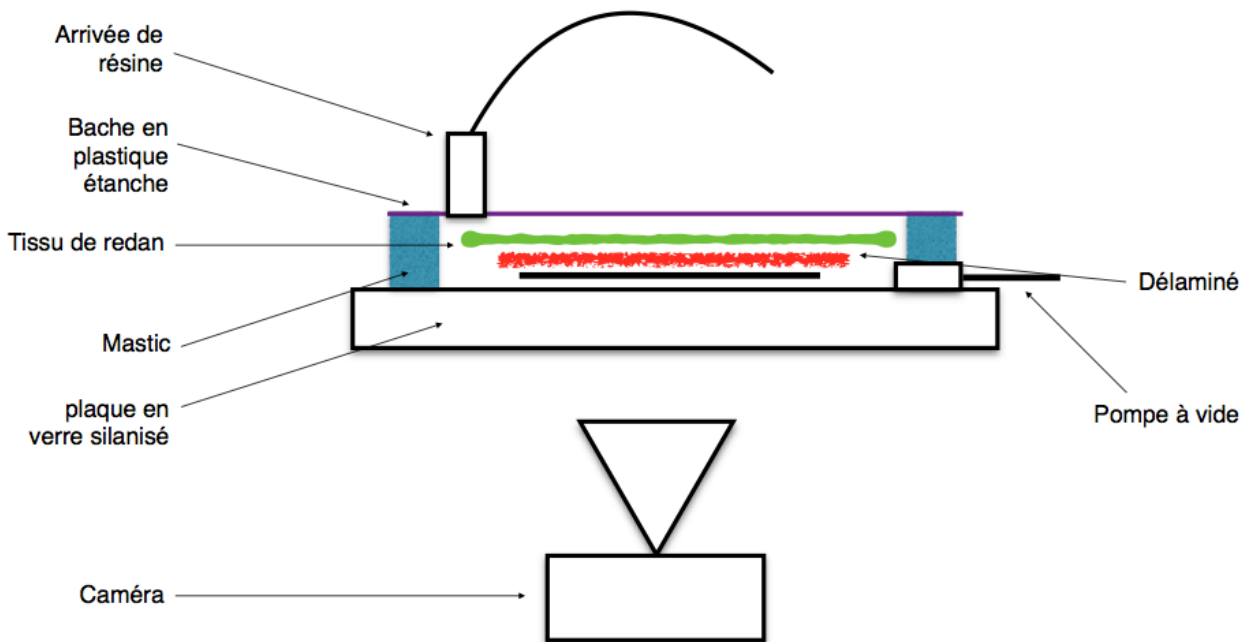
L'équilibre met plusieurs heures à plusieurs jours à s'établir. Le taux d'humidité est tabulé pour les différents sels existant.

Sel	MgCl <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaBr	NaCl	KBr	BaCl <sub>2</sub>
Taux d'humidité (en %)	33.1	43.2	59.1	75.5	81.7	90.7

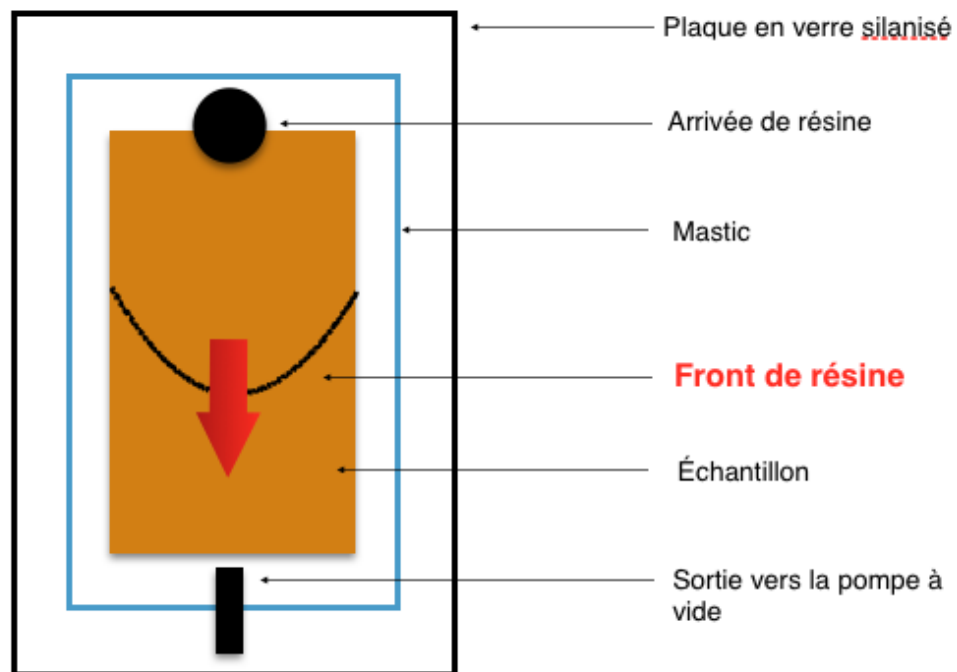
Lorsque l'on estime qu'il est atteint, on ouvre la cuve et on pèse le morceau de tissu immédiatement.

## II- Protocole d'infusion

### 1) Expérience modèle



**Montage expérimental: suivi de la diffusion de la résine**  
(vue en coupe)



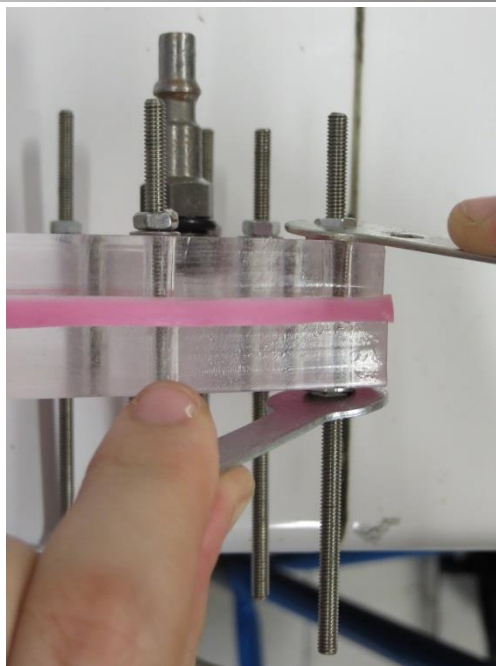
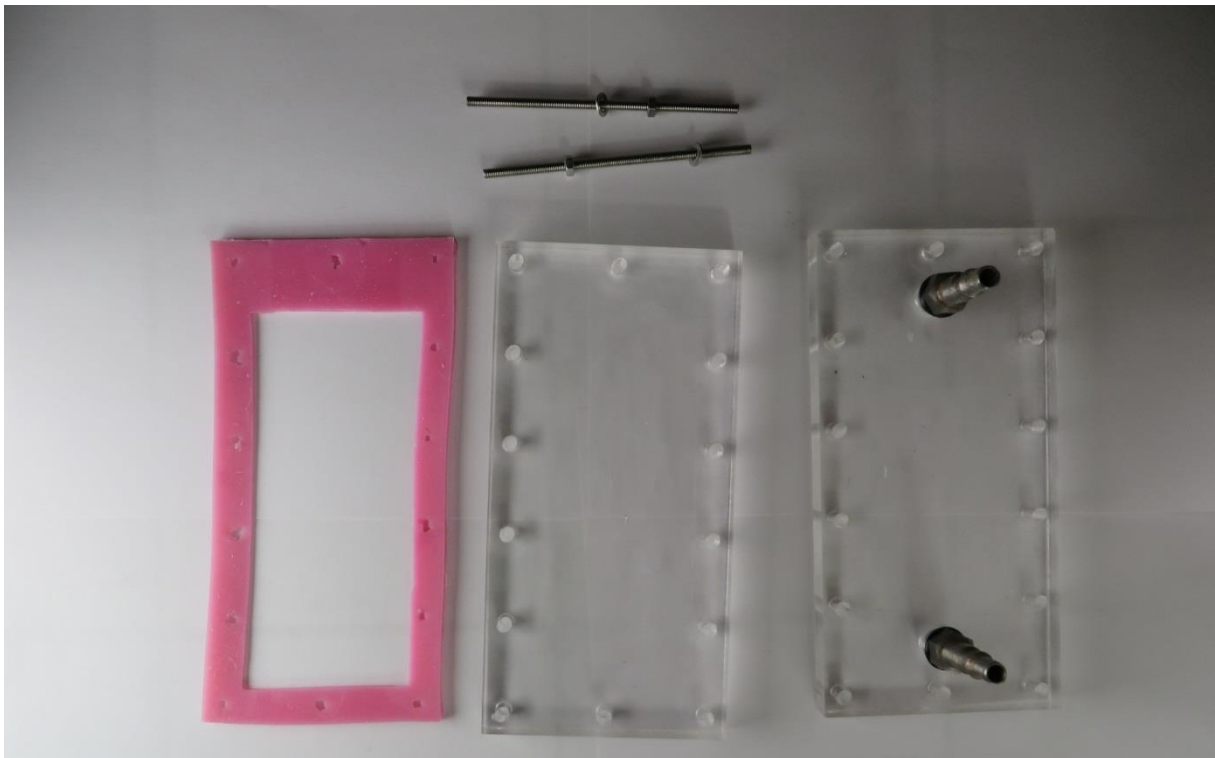
**Montage expérimental: suivi de la diffusion de la résine**  
(vue de dessus)

## 2) Cuve et joint

La cuve est constituée de deux plaques de plexiglas d'environ 7cmx18cm. La plaque supérieure est percée en son milieu en haut et en bas afin d'introduire la résine et aspirer l'air.

Les deux plaques sont maintenues solidaires par une rangée de vis.

Le joint est constitué d'alginate rose suffisamment mou pour se déformer et rendre étanche la cuve lorsqu'on l'écrase.



fiolle  
de  
garde

pompe



La fiole de garde est là pour éviter que de la résine pénètre dans la pompe.

Le manomètre permet de mesurer la dépression côté pompe à l'aide d'un montage en T. Les dépressions usuels sont de l'ordre de -0.3bar.

On introduit alors la résine par l'entonnoir.

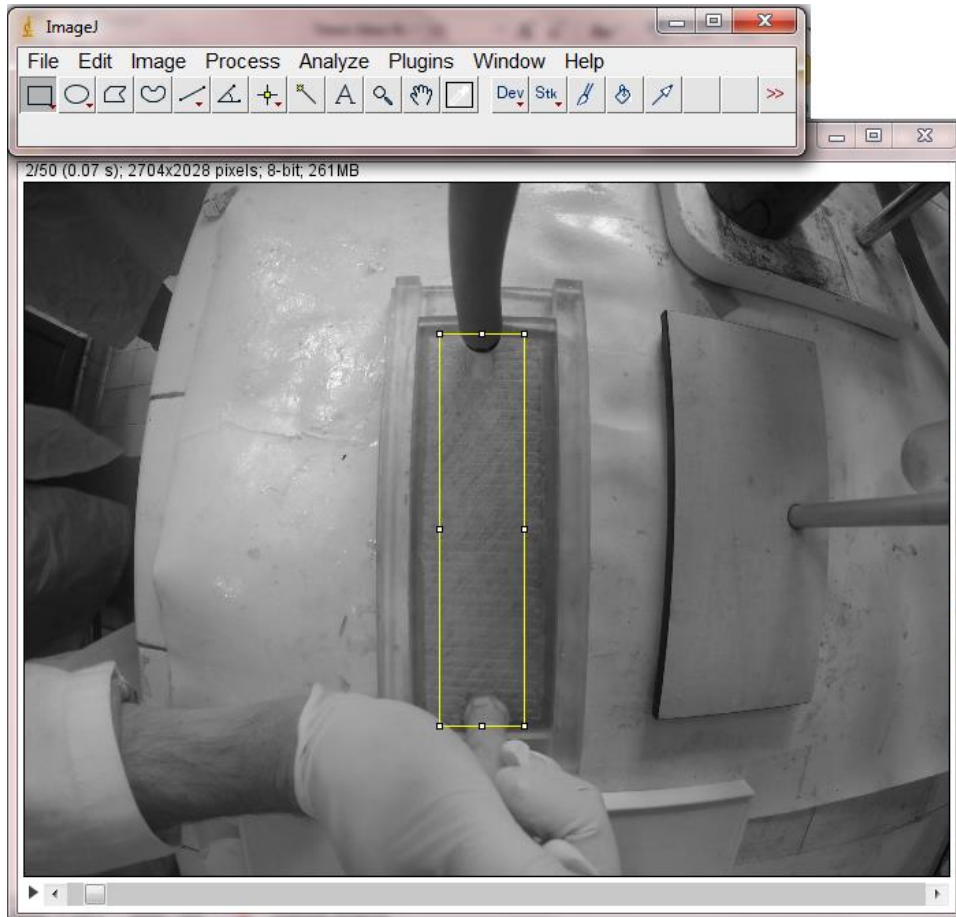
La caméra, une GoPro®, permet de filmer la progression du front de résine depuis le dessus.

### III- Traitement de la vidéo

#### 1) Diagramme spatio-temporel par ImageJ

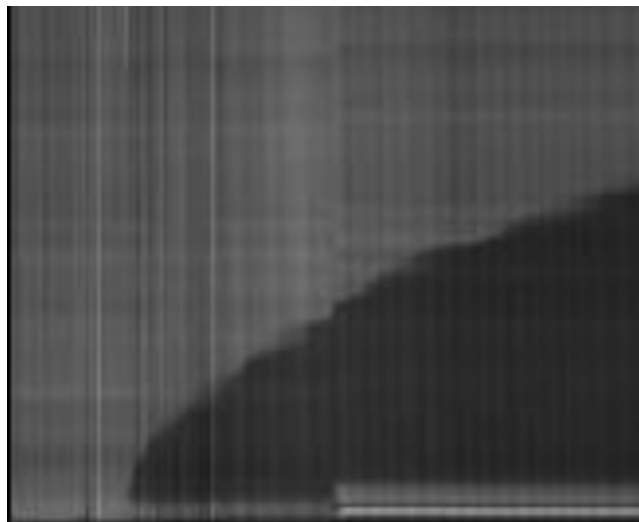
Une fois la vidéo filmée, il faut la convertir au format AVI afin de la charger avec le logiciel ImageJ (File -> Import -> AVI) en cochant 'Convert to grayscale' et en limitant le nombre d'images à environ 500.

Dessiner un rectangle dans la zone du front de résine et ne conserver que cette zone (Image -> Crop).

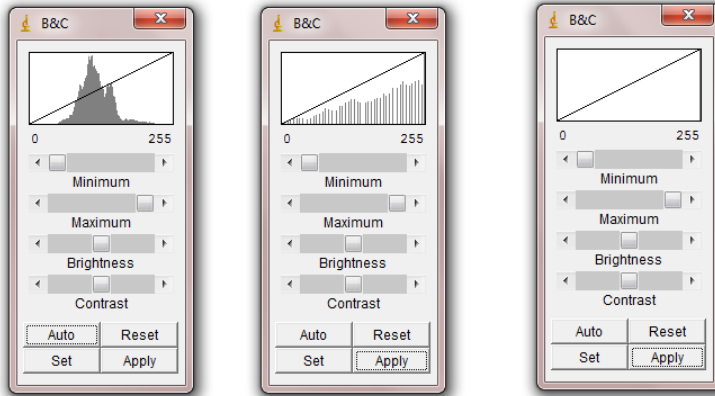


Tracer ensuite une ligne le long de la ligne d'avancée du front de résine (Shift permet de tracer des lignes droites) et tracer le diagramme spatio-temporel (Image -> Stacks -> Reslice).

On peut tourner l'image via Image -> Transform -> Flip horizontally.



Il faut ensuite binariser l'image par ajustements successifs des contrastes (Image -> Adjust -> Brightness/Contrast).  
Enfin, il faut enlever les artefacts noirs situés au-dessus de la partie significative du diagramme.  
Enregistrer l'image au format JPEG.



## 2) Traitement Matlab

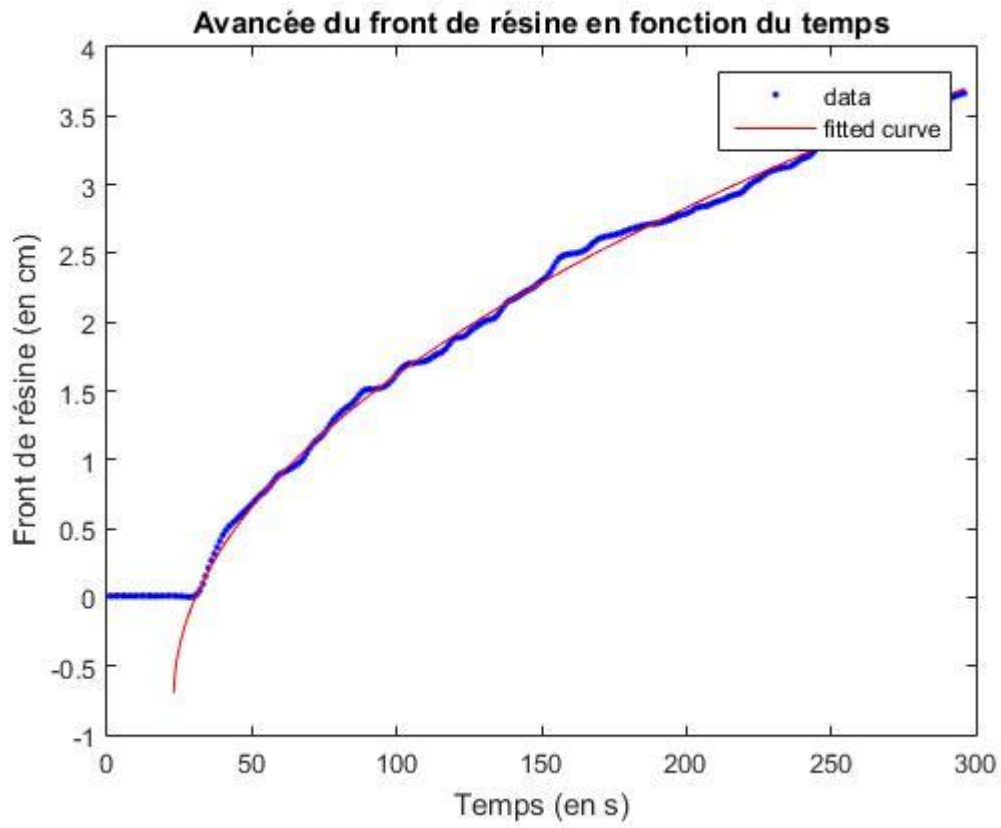
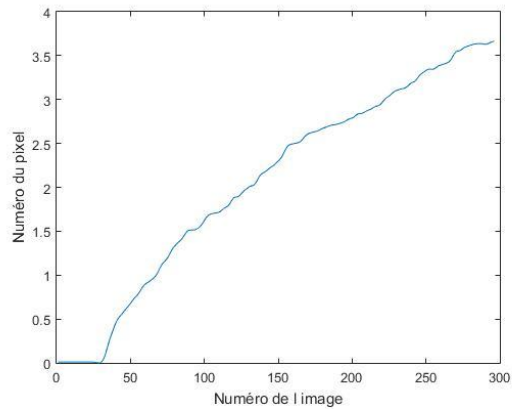
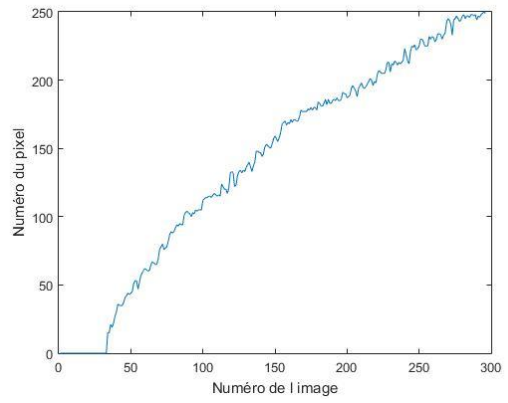
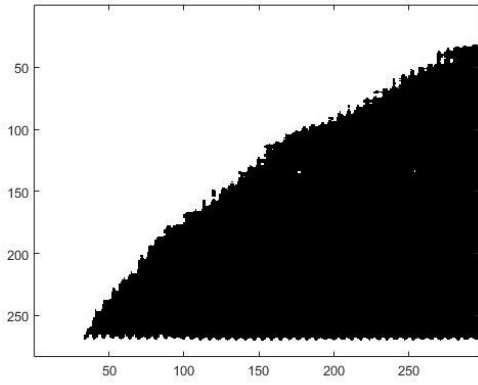
Lancer le programme Matlab nommé PSE\_Resines en précisant le nom du fichier JPEG.

Préciser également le rapport rap ou renseigner une distance connue et le nombre de pixels correspondant.

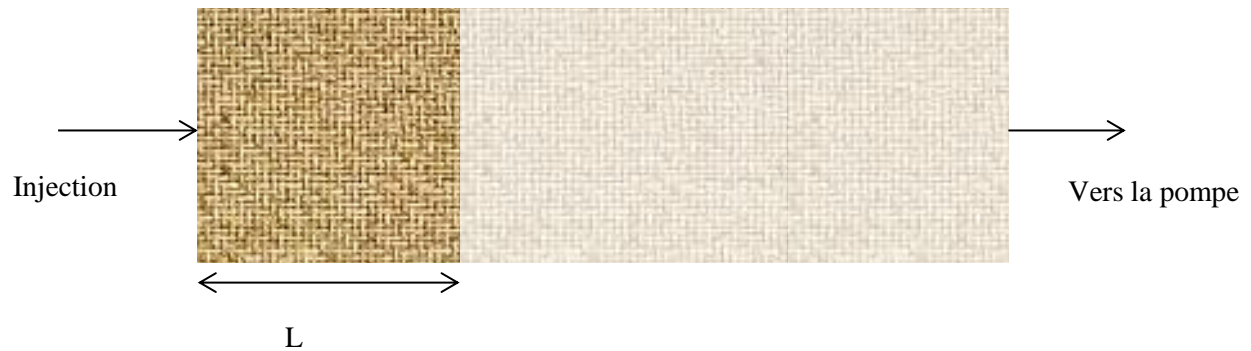
Il est possible d'exclure des points aberrants ainsi que de renseigner des valeurs attendues pour le fit avec la loi proposée.

Le fit retourne la loi  $a*(x-b)^{0.5} + c$

Les quatre graphes sont respectivement le fichier JPEG, la détection du contour, le contour lissée et les résultats expérimentaux superposés à la courbe théorique.



### 3) Interprétation théorique



On applique une dépression de  $\Delta P$  et on sait que la vitesse du fluide dans le tissu est régie par la loi de Darcy :

$$v = \frac{\partial L}{\partial t} = \frac{k \Delta P}{\eta L}$$
$$L = \sqrt{\frac{2k\Delta P}{\eta}} \sqrt{t}$$

Le coefficient obtenu grâce à Matlab permet de remonter à  $k$  sachant que  $\Delta P$  est obtenue via le manomètre et que  $\eta$  est fournie par le fournisseur de résines (1,4 Poise pour le mélange utilisé).