

# Méthode et protocoles

## PSE Fissures hexagonales

Agathe Billon, Lisa Calderari, Emilie Vonna

### **Expérience 1 : Réalisation du mélange et séchage**

Notre mélange de base est composé de 50% en masse de fécule de maïs et de 50% d'eau. On mélange la solution jusqu'à obtention d'une pâte bien homogène, et on place l'échantillon à sécher à la température souhaitée pendant une semaine environ, soit à température ambiante, soit à l'étuve. On veille à ce que la température de séchage ne dépasse pas 60°C afin d'éviter une réaction d'hydrolyse de l'amidon, ce qui pourrait perturber notre test.

### **Expérience 2 : Réalisation de la TimeLapse en couche mince :**

#### 1. Protocole

On a réalisé une boîte noire dans laquelle on place un mélange fraîchement préparé dans une boîte de pétri de dimensions 90x14mm. Notre mélange atteint une hauteur d'environ 10 mm dans la boîte. On laisse notre mélange sécher à l'air libre car nous ne pouvons pas placer tout notre dispositif à l'étuve. Afin d'observer les fissures avec la lumière placée en bas de l'échantillon et que notre mélange ne moisisse pas (il faut un séchage assez rapide pour éviter la prolifération des bactéries), on ne pourra faire de TimeLapse qu'en couche mince.

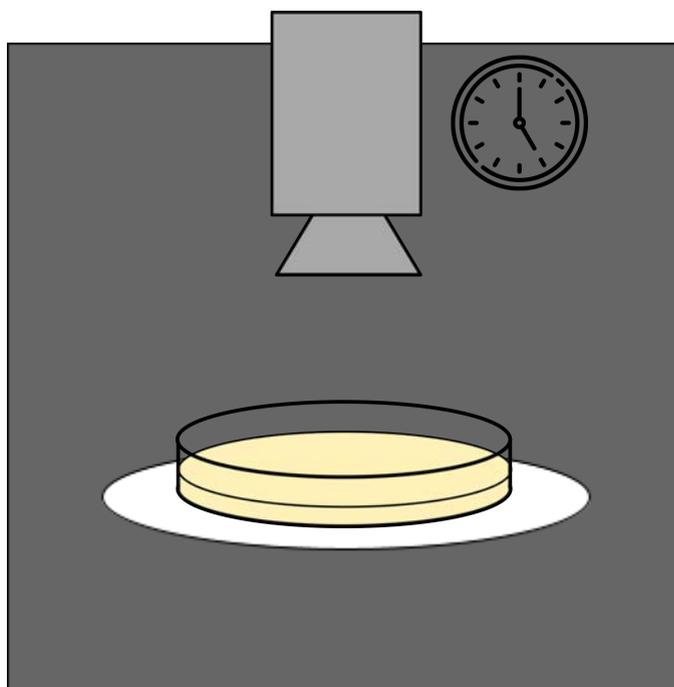


Fig. 1 - Schéma du montage de la boîte noire.

La caméra filme la boîte de Petri, éclairée par en dessous de manière uniforme.

On programme notre caméra via le logiciel PylonViewer afin qu'elle réalise 1 photo toutes les 5 minutes, et ce pendant 3 jours.

## 2. Résultats

On distingue deux phénomènes principaux :

- On observe une première fissure au bout de 4h50 après avoir laissé notre échantillon au repos. À partir de cette première fissure, les suivantes semblent s'enchaîner rapidement à la suite les unes après les autres. La formation de celles-ci s'arrête au bout d'environ 5h. Ces fissures se coupent en formant des angles à  $90^\circ$ .

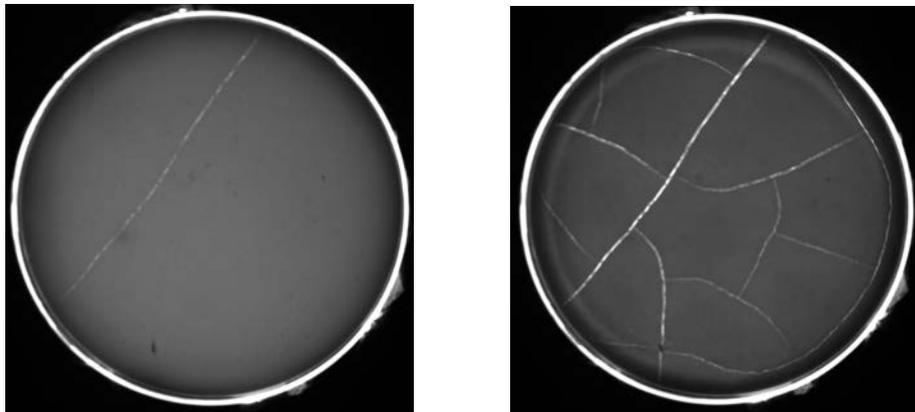


Fig. 2 - Photos de la première fissure formée (à gauche) et de l'échantillon à la fin de la première vague de fissures (à droite)

- On observe une deuxième vague de fissures débutant au bout de 16h après avoir laissé notre échantillon au repos. Celles-ci se propagent beaucoup plus rapidement, et recouvrent l'échantillon en moins de 15 minutes. Leurs dimensions caractéristiques sont bien plus petites que les fissures de la première vague et on n'observe pas d'angles à  $90^\circ$  au niveau des intersections.

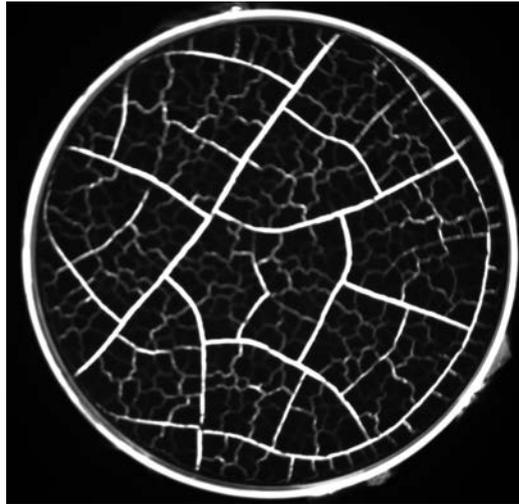


Fig. 3 - Photo de l'échantillon final

**Protocole 3 : Cycles de mouillage - séchage**

On utilise une boîte de Petri de dimensions 90x14mm. On réalise un premier séchage à température ambiante que l'on filme en TimeLapse. À l'aide d'une pipette, on remouille notre échantillon sur la surface sans le mélanger, et on observe son séchage en TimeLapse. On réalise cette même étape 5 fois sur un même échantillon.

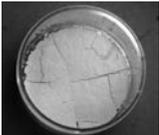
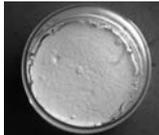
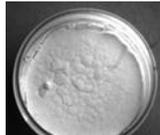
Observations : les fissures à 90° s'accroissent au fil des cycles, tandis que les fissures à 120° s'atténuent et tendent à disparaître.

**Expérience 4 : Étude de l'influence de la hauteur sur les colonnes**

1. Protocole

On répartit notre mélange de base dans 5 béchers identiques de diamètre 5 cm, qu'on remplit jusqu'à des hauteurs différentes : 0,75 cm ; 1 cm ; 2 cm ; 3 cm ; 4 cm. On les laisse sécher à l'étuve à 50°C pendant 1 semaine.

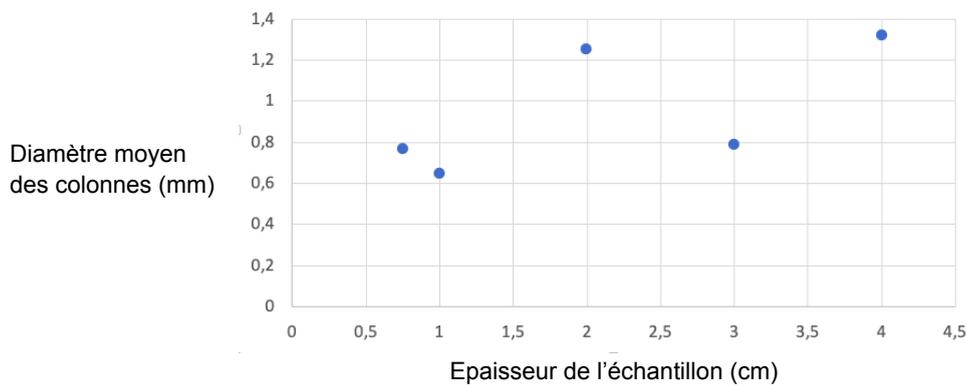
2. Résultats

Hauteur du mélange (cm)	0,75	1	2	3	4
Surface de l'échantillon					



**Tab. 1** - Photos des échantillons après séchage en fonction de la hauteur

On effectue l'analyse sur ImageJ pour mesurer le diamètre des colonnes (voir dernière partie, *Traitement d'image sur ImageJ*), et on trace l'évolution de ce diamètre en fonction de l'épaisseur de l'échantillon.



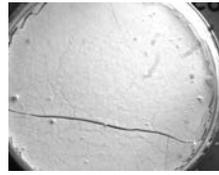
**Fig. 4** - Diamètre moyen des colonnes en fonction de l'épaisseur de l'échantillon

### **Expérience 5 : Étude de l'influence du diamètres des récipients sur les colonnes**

#### 1. Protocole

On répartit notre mélange de base dans 4 récipients ronds jusqu'à une hauteur de 4 cm. Le diamètre des récipients varie : 3,5 cm ; 5,3 cm ; 6,5 cm ; 9,1 cm. Nous avons mesuré ces diamètres à la règle. On place nos échantillons à l'étuve à 50°C pendant 1 semaine.

#### 2. Résultats

Diamètre récipient (cm)	3,5	5,3	6,5	9,1
Surface de l'échantillon				



Tab. 2 - Photos des échantillons après séchage en fonction du diamètre du récipient

En effectuant la même démarche que pour les hauteurs variables avec ImageJ, nous n'avons pas trouvé de différence significative entre les diamètres des colonnes des différents échantillons de diamètre variable.

### **Traitement d'image sur ImageJ :**

#### 1. Mesure du diamètre des colonnes

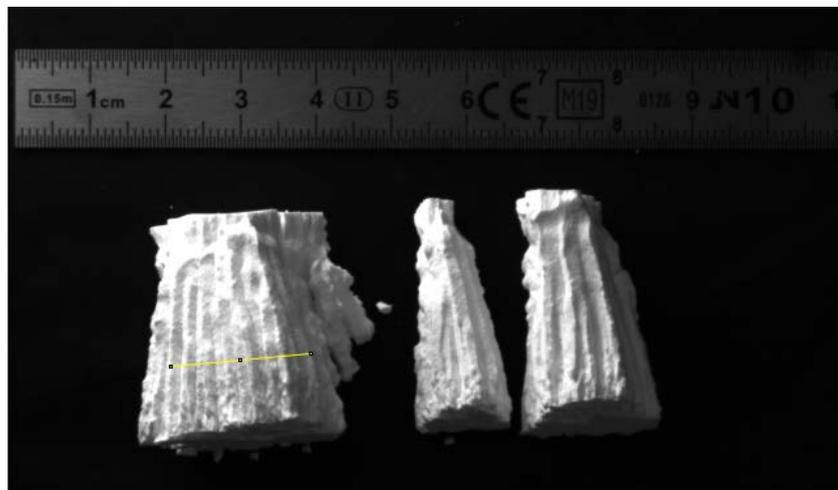


Fig. 5 - Mesure du diamètre des colonnes sur ImageJ

L'échelle est faite grâce à la règle. On mesure la longueur d'un grand nombre de colonnes en faisant une coupe transversale, et on divise cette longueur par le nombre de côtés observés.

On considère les incertitudes suivantes pour la mesure des diamètres :

- sur l'échelle, sachant que nos échantillons ne sont pas situés sur le même plan que la règle
- sur la mesure, car il est difficile de bien distinguer le nombre exact de colonnes sur une coupe, et que celles-ci ne sont pas parallèles entre elles et face à la caméra. Il y a des angles d'inclinaison que l'on peut négliger lorsque la coupe est suffisamment longue. De plus, certaines colonnes se divisent en deux en profondeur, on ne peut alors pas déterminer s'il s'agit d'une ou de deux colonnes.

## 2. Mesure des angles

Notre but était ici d'évaluer une statistique sur les angles d'intersection des fissures en Y d'un échantillon. Nous devons donc mesurer un grand nombre de ces angles via ImageJ.



Fig. 6 - Échelle réalisée sur ImageJ

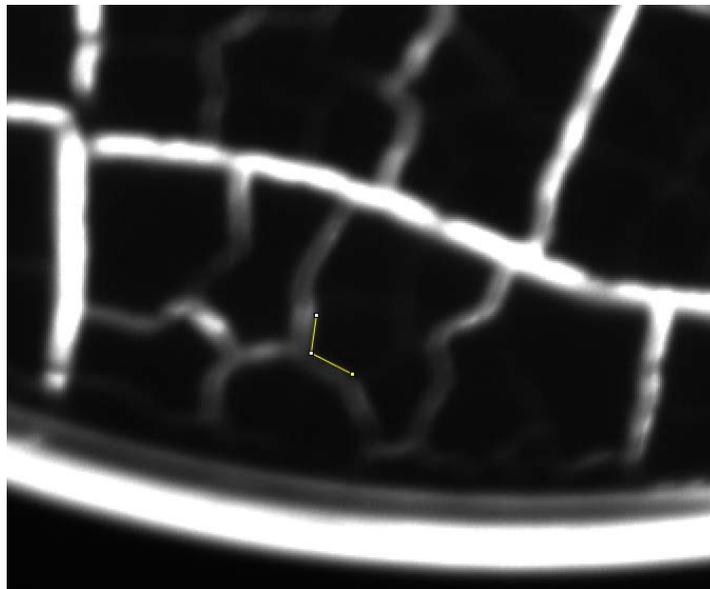
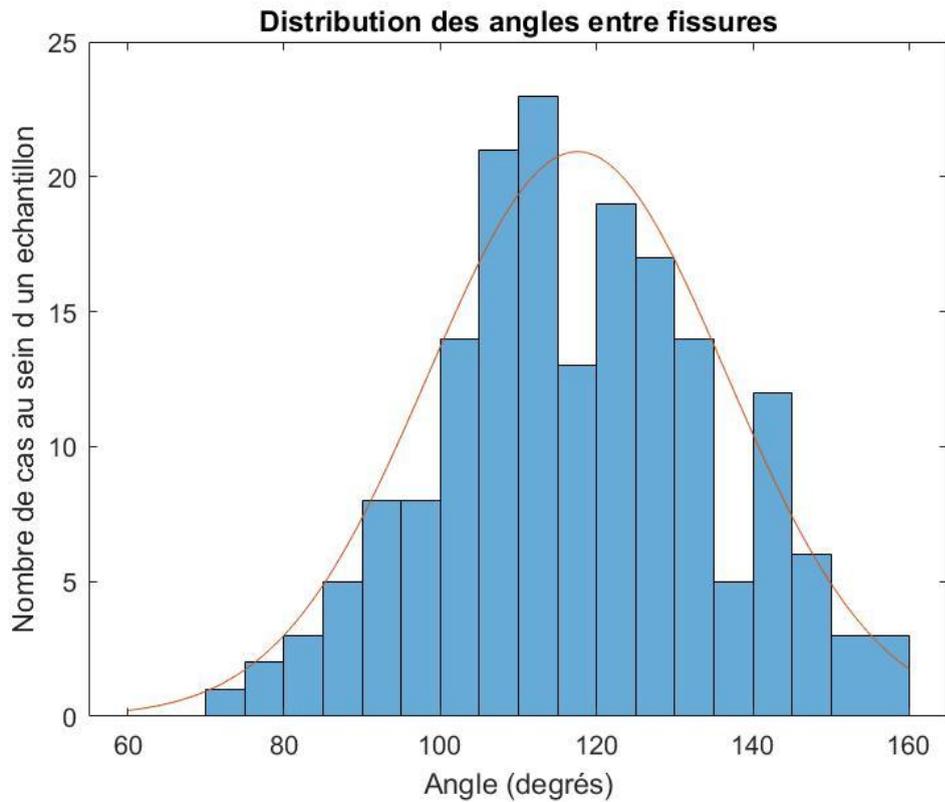


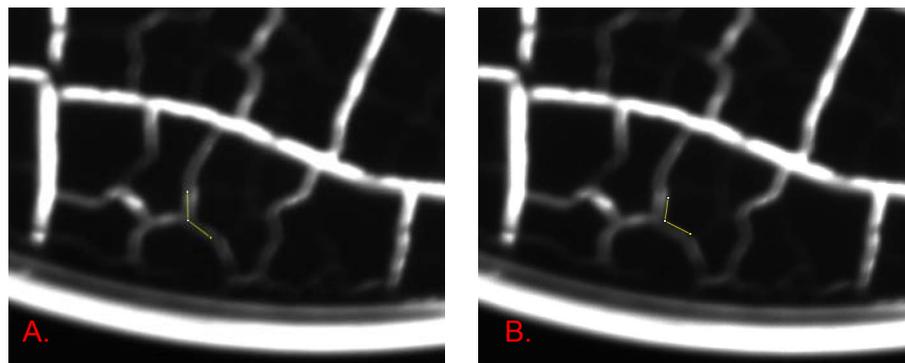
Fig. 7 - Exemple de mesure d'un angle sur ImageJ

Nous avons mesuré un grand nombre d'angles (entre 150 et 200) d'intersection de fissures en Y (en excluant donc les fissures à  $90^\circ$ ) sur un même échantillon, et nous avons rassemblé les données dans un histogramme via Matlab, pour visualiser une répartition

statistique des angles des différentes fissures en Y. Nous avons confronté notre statistique à une gaussienne centrée sur 120°, et obtenu le graphe suivant :



**Fig. 8** - Distribution des angles des fissures de type Y sur un échantillon de quelques millimètres d'épaisseur, dans une boîte de Petri de 9 cm de diamètre.



**Fig. 9** - Estimation de l'incertitude sur les angles sur ImageJ.

- A : Estimation haute de l'angle ;
- B : Estimation basse de l'angle

Pour évaluer les incertitudes sur les mesures d'angle sur ImageJ, nous avons pour chaque angle effectué une estimation haute et une estimation basse, ce qui nous amène à une incertitude d'environ 10° sur les angles.