

Protocoles Expérimentaux

Kenza Djeghdi, Olivier Chevalier, Thibaut Nouveau

May 14, 2017

1 Étude préliminaire de la Maïzena

1.1 Principe et intérêt

Cette première partie, effectuée en première année, a pour but de se familiariser avec la Maïzena et de regarder ses différentes propriétés, notamment son rhéodurcissement. Un matériau rhéodurcissant est un matériau qui change de structure en fonction de la contrainte que l'on va lui appliquer. Lorsque celle-ci est faible, typiquement si l'on pose un objet sur la surface de la Maïzena, cette dernière va se comporter comme un liquide un peu visqueux. L'objet va donc s'enfoncer assez rapidement. Mais lorsque la contrainte est importante, la Maïzena va alors se comporter comme un solide indéformable et ainsi bloquer (à temps court) l'enfoncement de l'objet. On comprend que de tels matériaux puissent avoir des applications intéressantes. L'une d'elle sera étudiée lors de notre PSE.

1.2 Matériel

- Maïzena
- Eau saturé en sel
- Cuve en Plexiglas
- Bille en fer de 250 grammes
- Mètre
- Caméra
- Ordinateur + Excel + ImageJ

1.3 Protocoles

1.3.1 Protocole communs aux 2 expériences

1. On mélange la Maïzena avec de l'eau saturée en sel afin d'obtenir un mélange rhéodurcissant et dont la densité ($d = 1.2$) est homogène dans toute la cuve en plexiglas afin d'éviter la sédimentation.
2. On place une caméra face au montage afin de pouvoir faire des mesures.
3. On réalise une échelle murale avec un mètre pour être très précis.

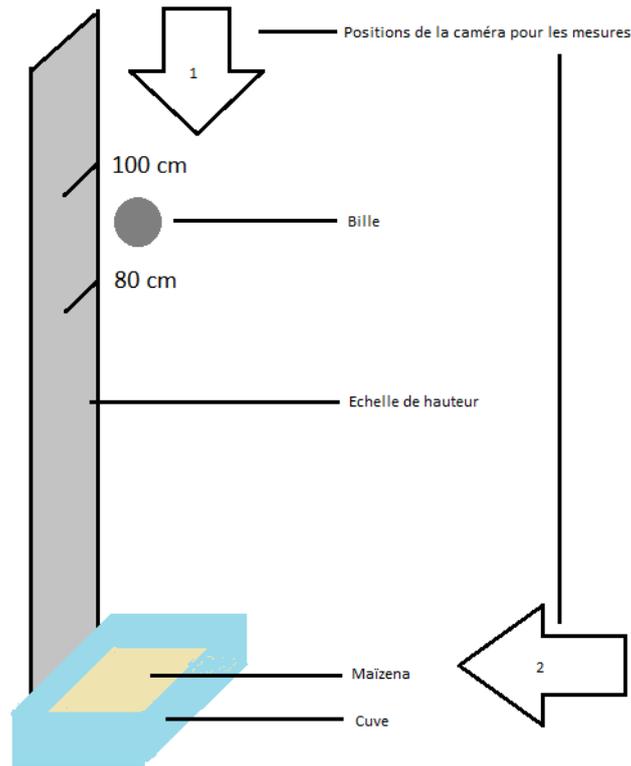
1.3.2 Protocole pour apparition de rebond

1. On lâche une bille en fer de taille et de masse conséquente (afin de faciliter la vue du phénomène) à différentes hauteurs.
2. On regarde l'apparition du rebond et on enregistre.
3. On traite les images obtenues avec ImageJ et Excel.

1.3.3 Protocole pour la taille de la fracture en accord avec la masse

1. On lâche des billes de différentes compositions (fer et acier) à hauteur fixe, ici 1 mètre, et l'on note la taille de la fracture.
2. On traite le film enregistré avec ImageJ et Excel.

1.4 Montage



2 Étude d'un « sandwich » Kevlar/Néoprène/Papier/Maïzena

2.1 Principe

On s'intéresse ici à la propriété la plus importante de la Maïzena, à savoir son rhéodurcissement. Certains chercheurs se sont déjà penchés sur le sujet, notre étude a pour but de conforter leurs théories et d'étudier quelques autres propriétés de ce « sandwich ». On a pour cela réalisé une étude en compression du sandwich sans Maïzena afin de voir un peu la résistance de ce modèle. On a ensuite imprégné le kevlar avec de la Maïzena afin que celle-ci comble les petits trous présents dans la structure du Kevlar et ainsi renforce ce matériau. L'idée ici est d'utiliser le rhéodurcissement afin de renforcer les propriétés de repousse du Kevlar/Néoprène. En effet, lorsque l'on reçoit un coup de couteau avec un gilet pare-balles celui-ci ne protège pas et la lame s'enfonce aussi loin que la force de l'assaillant ne le permet. Or la Maïzena va contrer cela en se durcissant et ainsi elle fera rebondir la lame, laissant la victime quasi-indemne.

2.2 Matériel

Commun à tous les protocoles

- Carré de Kevlar de 5x5 cm d'épaisseur de 1 mm.
- Carré de Néoprène 5x5 cm d'épaisseur 5 mm.
- Carré de papier 5x5 cm.
- Collier Serflex
- Fil de pêche
- Caméra
- Ordinateur + Excel + ImageJ

Etude préliminaire

- Une pointe (un clou)
- Machine et logiciel Instron

Etude imprégnation

- Solution de Maïzena
- Machine à pointe
- Masses

2.3 Protocoles

2.3.1 Tests Préliminaires

1. On fait un sandwich en empilant quatre couches de kevlar, et alternativement une couche de Néoprène et une feuille de papier. Il faut lier le tout avec du fil de pêche ou des colliers serflex.
2. On place une pointe entre les pinces du haut de la machine et on place le sandwich en bas de la machine.
3. Lance le logiciel Instron et le programme de compression à vitesse constante.

2.3.2 Tests imprégnation

1. On prend les carrés de kevlar que l'on imbibe de Maïzena. On laisse sécher afin que le kevlar soit bien propre (pas de présence d'eau), pour cela on l'a laissé toute une après-midi afin que ce dernier soit bien sec.
2. On fait un sandwich en empilant quatre couches de kevlar, et alternativement une couche de Néoprène et une feuille de papier. Il faut lier le tout avec du fil de pêche ou des colliers serflex.
3. On se sert de la machine que l'on a faite faire à l'atelier pour simuler un coup de poignard. On peut, en effet, disposer sur la face supérieure de celle-ci différentes masses pour pouvoir ainsi ajuster la force (en supposant qu'à notre échelle seul le poids va jouer...).
4. On prend diverses vidéos avec la caméra que l'on pourra ensuite traiter sous ImageJ.

2.4 Montages

2.4.1 Montage préliminaire

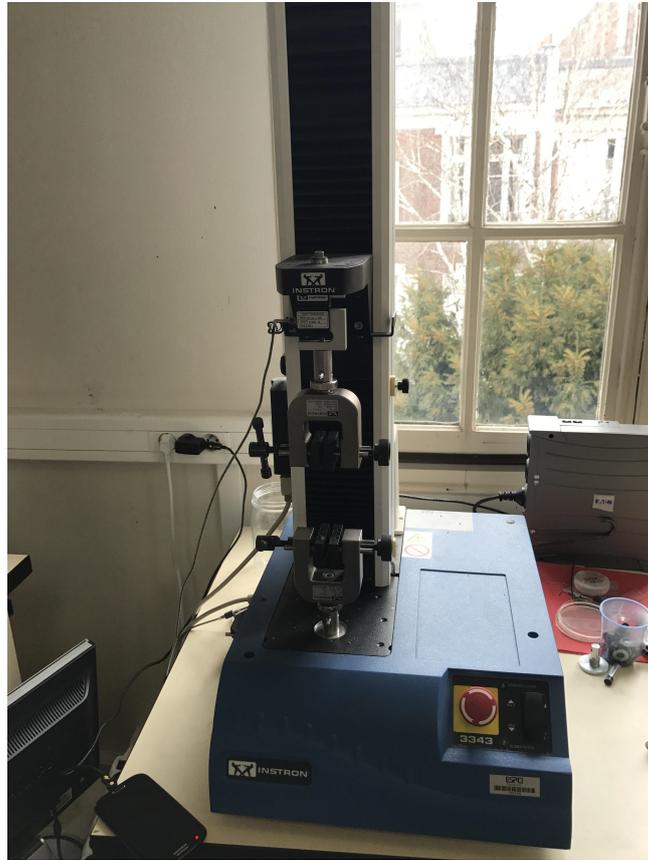


Figure 1: Machine Instron utilisée pour les tests préliminaires

2.4.2 Montage étude

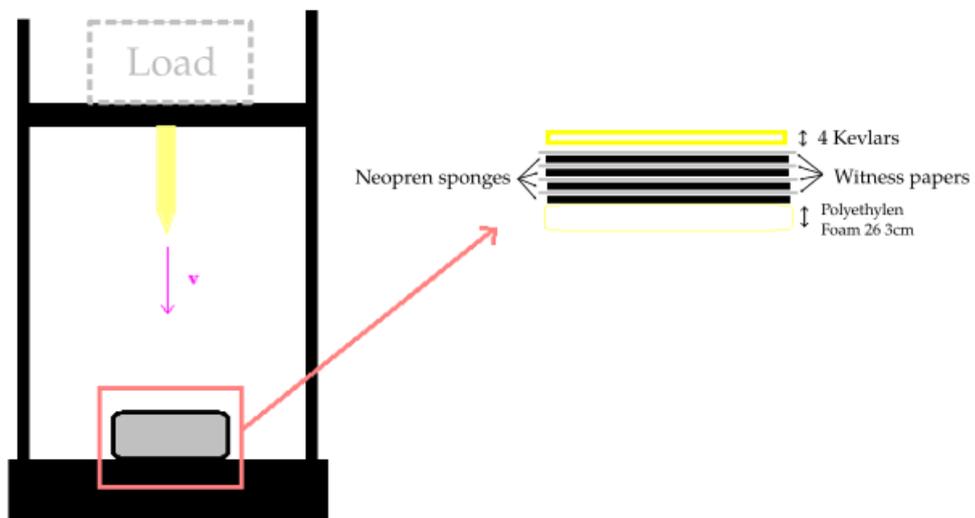


Figure 2: Machine à pointe et "sandwich" de Kevlar

3 Synthèse d'une gamme de nanoparticules de Silice

3.1 Principe

On a cherché à synthétiser des nanoparticules de silice qui peuvent, tout comme la Maïzena, avoir des propriétés rhéodurcissantes. On a pour cela cherché un protocole qui nous permettait de jouer sur la taille de ces nanoparticules afin de pouvoir avoir des particules qui s'insèrent comme il faut dans les cavités du Kevlar afin de renforcer celui-ci.

3.2 Matériel

Produits chimiques

- Orthosilicate de tétraéthyle (TEOS)
- NH_4OH à 35% en masse dans l'eau
- H_2O
- Éthanol absolu
- Polyéthylène Glycol

Machines

- Centrifugeuse
- Support à agiter
- Sonicateur
- Rhéomètre

Verrerie

- Erlenmeyer
- Tube Eppendorf

3.3 Protocole

Mélange	TEOS%	NH_4OH	H_2O	Éthanol
1	13	4	3.7	79
2	14	1	4.7	80
3	14	3	4.7	78
4	12	8	3.7	75
5	18	5	5	71
6	20.4	4.1	3	72.5
7	20	4	5	71
8	25	2	3.3	80
9	16.6	2	3.1	78

On va réaliser 9 mélanges différents avec les proportions indiquées dans le tableau, à l'aide du protocole suivant :

1. On ajoute l'eau, l'éthanol et l'ammoniac dans un erlenmeyer et on remue pendant 5 minutes avec un agitateur magnétique.
2. On ajoute ensuite le TEOS dissous dans l'éthanol et l'on mélange à température ambiante pendant 24 heures.
3. On sépare ensuite la solution colloïdale avec une centrifugeuse et l'on lave 3 fois les nanoparticules de Silice pour enlever le maximum d'impuretés.

4. On chauffe les nanoparticules de Silice au four à 100°C pendant 2 heures pour éviter la continuation de la réaction.
5. Les nanoparticules sont ensuite placées dans une solution de polyéthylène glycol (mélange à 40/60) et dans un excès d'éthanol.
6. Le mélange est irradié dans un sonicateur (20kHz, 100 W/cm² à 50% en amplitude) pendant 5h.