

ÉPREUVE COMMUNE DE TIPE 2010 - PARTIE D

TITRE : ETUDE DE L'ETAT DE SURFACE DES TEXTILES

Temps de préparation :2 h 15 minutes

Temps de présentation devant le jury :10 minutes

Entretien avec le jury :10 minutes

GUIDE POUR LE CANDIDAT :

Le dossier ci-joint comporte au total : 12 pages

- Guide candidat : 1 pages
- Document principal : 9 pages
- Document complémentaire : glossaire :2 pages

Travail **suggéré** au candidat :

Le candidat pourra par exemple décrire le fonctionnement du système de mesure présenté, en faisant ressortir ses caractéristiques par rapport aux matériaux testés (surfaces textiles). Il pourra ensuite analyser les résultats fournis, en les confrontant aux structures des surfaces testées.

Remarque : Les mots suivis d'une astérisque (*) sont expliqués dans le glossaire lorsqu'ils apparaissent la première fois.

CONSEILS GENERAUX POUR LA PREPARATION DE L'EPREUVE :

- Lisez le dossier en entier dans un temps raisonnable.
- Réservez du temps pour préparer l'exposé devant le jury.
- Vous pouvez écrire sur le présent dossier, le surligner, le découper ... mais tout sera à remettre au jury en fin d'oral.
- En fin de préparation, rassemblez et ordonnez soigneusement TOUS les documents (transparents, *etc.*) dont vous comptez vous servir pendant l'oral, ainsi que le dossier, les transparents et les brouillons utilisés pendant la préparation. En entrant dans la
- A la fin de l'oral, vous devez remettre au jury le présent dossier, les transparents et les brouillons utilisés pour cette partie de l'oral, ainsi que TOUS les transparents et autres documents présentés pendant votre prestation.

10 **TITRE : ETUDE DE L'ETAT DE SURFACE DES TEXTILES**

Pour apprécier la sensation d'une étoffe*, la main frotte sa surface. La friction a toujours été associée à la sensation empirique que l'on ressent lorsque l'on « caresse » un tissu avec les doigts pour en estimer le « Toucher » ; ces derniers effectuent donc une reconnaissance de
15 l'état de surface. L'appréciation du « Toucher » est variable selon le type d'article et définissable principalement par des tests comparatifs. Son évaluation objective fait appel à certaines propriétés mécaniques de l'étoffe. Parmi celles-ci, la friction à la surface du tissu intervient de manière importante.

Cependant, alors qu'il existe une base théorique bien établie pour les matériaux homogènes,
20 aucun concept théorique n'a été développé pour des matériaux tels que les matériaux textiles anisotropes.

Le sujet proposé exposera une méthode de mesure pratiquée dans le domaine textile. L'appareil qui réalise la mesure de l'état de surface de l'étoffe a été spécialement étudié pour reproduire la surface d'un doigt.

25

1. Origine des lois classiques de la friction

Lorsqu'un corps glisse sur un autre, il se produit une résistance au mouvement communément appelée friction. Elle est généralement attribuée à des interactions physiques entre deux surfaces en contact. L'étude de la friction est basée sur les lois classiques énoncées pour la
30 première fois par Léonard de Vinci et développée plus tard par G. Amontons en 1699.

- 1^{ère} loi : la force de frottement F est directement proportionnelle à la charge normale W (Cf. Figure 1). Donc :

$$F = \mu \cdot W \quad (\text{équation 1})$$

le coefficient de proportionnalité μ représente le coefficient de frottement ; il est
35 constant pour une paire donnée de corps en contact.

- 2^{ème} loi : c'est la conséquence directe de la 1^{ère} loi, la friction est indépendante de la taille et de la surface apparente de contact entre les deux corps.

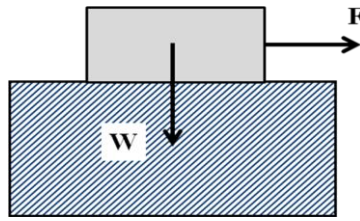


Fig. 1 : Friction entre deux corps

Ces lois furent approfondies par Coulomb (1788) qui introduisit les forces :

- de frottement statique (force nécessaire pour initier le mouvement) et
- 40 • dynamique (force requise pour le maintenir).

Il constata que la friction dynamique était en général indépendante de la vitesse de glissement. Ce fait est parfois interprété comme une 3^{ème} loi de la friction, mais ce résultat n'est pas vérifié dans un vaste domaine de vitesse. Les théories proposées pour expliquer le phénomène de friction se divisent en deux groupes : la théorie des rugosités de surface, et

45 celle d'adhésion aux points de contact.

2. Friction dans les textiles

Il est maintenant admis que la friction dans les matériaux textiles n'obéit pas entièrement aux lois d'Amontons. Ainsi, il a été constaté que le coefficient de frottement n'était pas constant, et qu'il augmentait lorsque la charge diminuait. Ainsi, la force de frottement n'est pas

50 directement proportionnelle à la charge appliquée W . Pour exprimer la dépendance entre F et W , plusieurs relations empiriques ont été proposées, valables dans des conditions données et qui peuvent être, par exemple, de la forme :

$$F=K.W+\alpha A \quad (\text{équation 2})$$

55 K et α sont de constantes, A étant l'aire de contact apparente.

Ce comportement est dû à la structure particulière d'un matériau fibreux. En effet, une surface textile peut être composée de fils entrecroisés (tissus) ou entrelacés (tricots), ou d'une nappe de fibres dont la cohésion est donnée par liage thermique, liage chimique ou jet d'eau ou d'air (non-tissés) (Cf. Annexe 1). Ces surfaces présentent une certaine rugosité, mais également une

60 pilosité superficielle due à la présence de fibres émergeant de la surface. Cette pilosité est très spécifique à ce type de matériaux et est illustrée par les quatre figures ci-dessous.

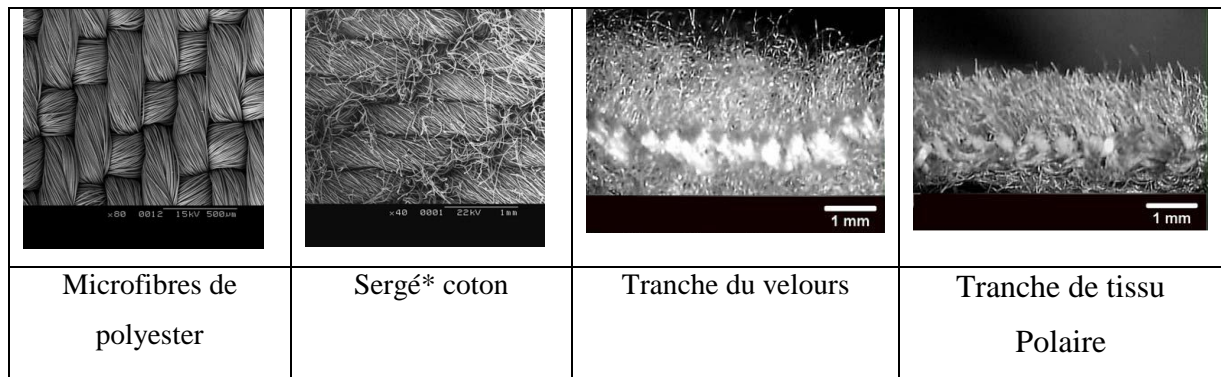


Fig. 2 : Photos de différentes étoffes textiles

65 De nombreuses techniques de mesure de la friction ont ainsi été développées pour les cas suivants :

- Contact tissu/tissu
- Contact tissu/autre surface (métal, par exemple)

Il ne sera développé dans la suite du document que le cas du frottement tissu/métal par un
70 dispositif spécifique, dénommé KES-F (Kawabata Evaluation System for Fabric).

3. Principe de mesure du KES-F

3.1. Système mécanique.

L'appareil (fig. 3) est muni de deux têtes de mesure permettant d'étudier l'état de surface d'un
75 tissu sous un double aspect :

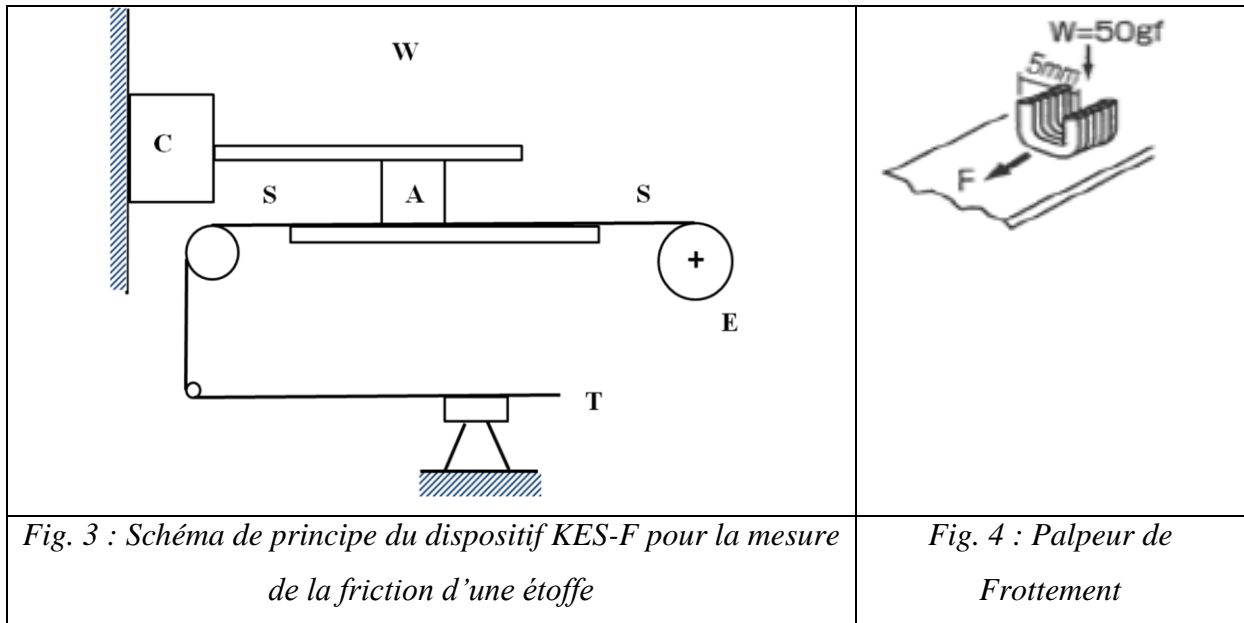
- mécanique par la mesure du frottement entre le tissu étudié et un palpeur métallique,
- géométrique par la mesure de la rugosité moyenne du tissu.

L'échantillon S (dimension 20cmx20cm) est fixé par une extrémité à un tambour rotatif E et
80 par l'autre extrémité à un dispositif de tension T. La tension est choisie selon le type d'étoffe :

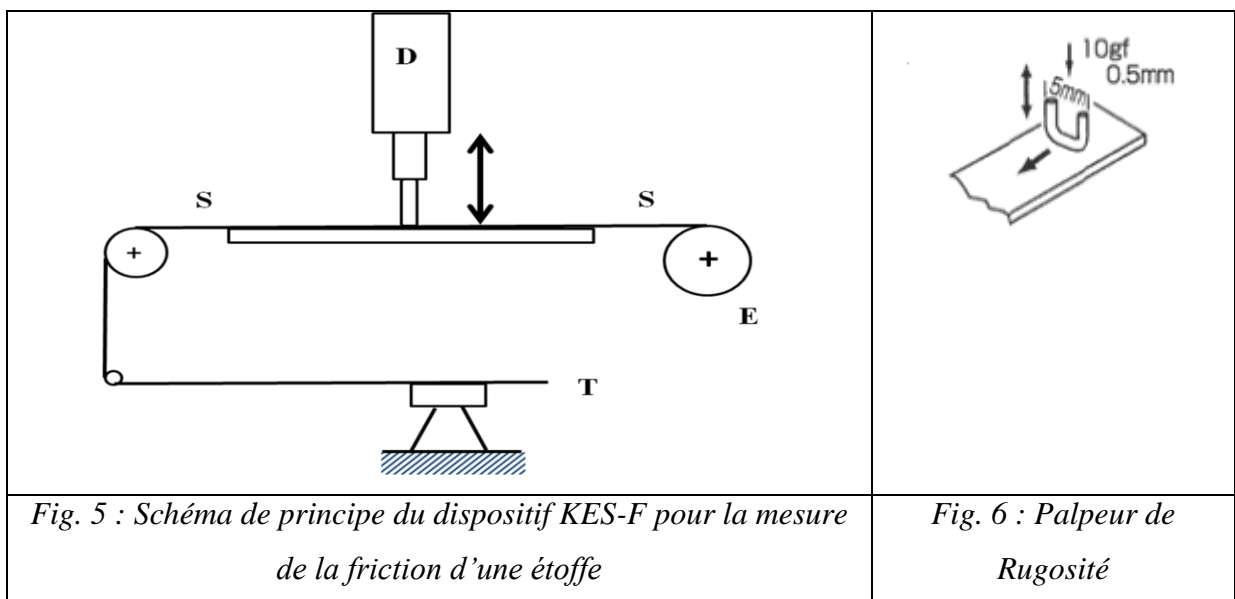
- 20g Tricots, non tissés,
- 200g Tissus "légers" (inférieurs à 100g/m²) tissus élastiques
- 400g Tissus "moyens"
- 600g Tissus "lourds », supérieurs à 400g/m²

85 Le mouvement d'avant en arrière est donné par la rotation du tambour E. L'étoffe se déplace à une vitesse de 1 mm/s. Lorsque l'échantillon s'est déplacé de 3cm (sens « Aller »), le sens de rotation du moteur est inversé et l'échantillon regagne sa position initiale avec la même vitesse (sens « Retour »). On fera une mesure en sens Chaîne* et une mesure en sens Trame* de l'étoffe.

90 **3.2. Système pour la mesure de la friction :** Le palpeur qui réalise la mesure (repère A sur le schéma de la figure 3) a été spécialement étudié pour reproduire la surface d'un doigt. Sa largeur est de 5 mm. Il est constitué de fils métalliques identiques accolés les uns aux autres (Figure 4) et est relié à un capteur de force C. Il supporte une charge normale W constante (50g). Ce capteur, qui est de type inductif, est en contact avec la surface de
 95 l'échantillon.



100 **3.3. Système pour la mesure de la rugosité :** on utilise un palpeur métallique de 0,5 mm de diamètre (Figure 6) dont les mouvements verticaux causés par le relief de la surface du tissu sont enregistrés par un capteur de déplacement D (Figure 5). La mesure est réalisée sous faible charge (10 cN) normale du palpeur. Le capteur est de type inductif.



3.4. Paramètres mesurés

Cet appareil permet :

- la mesure du coefficient de friction,
- 105 • la déviation moyenne du coefficient de friction (**MMD**),
- la mesure de la rugosité géométrique (**SMD**). (Rugosité maximum : 0,5micromètre).

Friction

Le capteur fournit la force de frottement instantané.

110 Le coefficient moyen est:

$$\bar{\mu} = \frac{1}{L_{\max}} \int_0^{L_{\max}} \frac{F}{P} dl \quad (\text{Equation 3})$$

avec:

- L: Position du palpeur sur le tissu à un instant donné et par rapport à sa position initiale,
- 115 • L_{\max} : longueur de tissu sur laquelle la mesure est faite
- F : Force de frottement instantané
- P : Effort normal exercé par le capteur sur l'étoffe

Les variations du coefficient de friction sont représentées par la déviation par rapport à la moyenne, notée MMD.

120 Les sens « Aller » et « Retour » sont représentés sur le même graphique.

$$MMD = \frac{1}{L_{\max}} \int_0^{L_{\max}} |\mu - \bar{\mu}| dL \quad (\text{Equation 4})$$

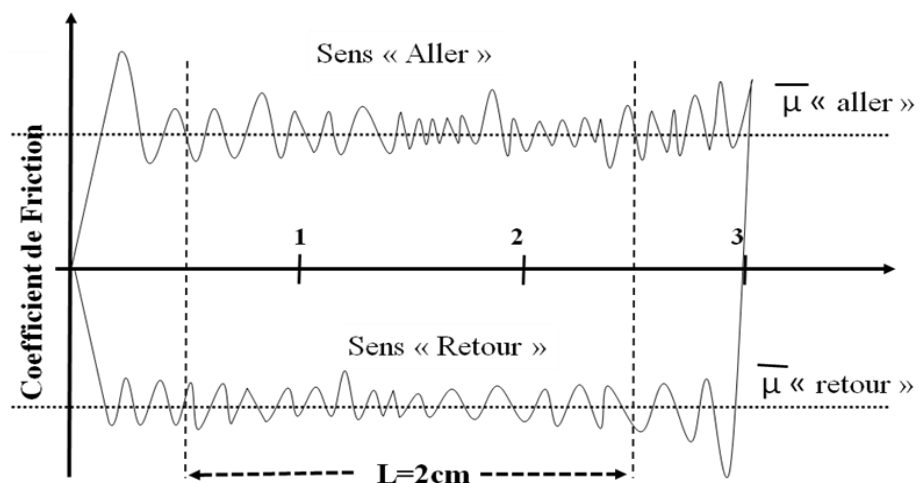


Fig. 7 : Exemple de mesure de friction

Rugosité

125 Le palpeur de rugosité se déplace verticalement en fonction de la rugosité de l'étoffe testée.
Lorsque le déplacement vertical du capteur partant d'une position de départ arbitraire est z
(mm), la rugosité est représentée par la déviation moyenne, notée SMD, de z :

$$SMD = \frac{1}{L_{\max}} \int_0^{L_{\max}} |z - \bar{z}| dL \quad (\text{Equation 5})$$

avec: L : Position du palpeur sur le tissu à un instant donné et par rapport à sa
130 position initiale,
 L_{\max} : longueur de tissu sur laquelle la mesure est faite

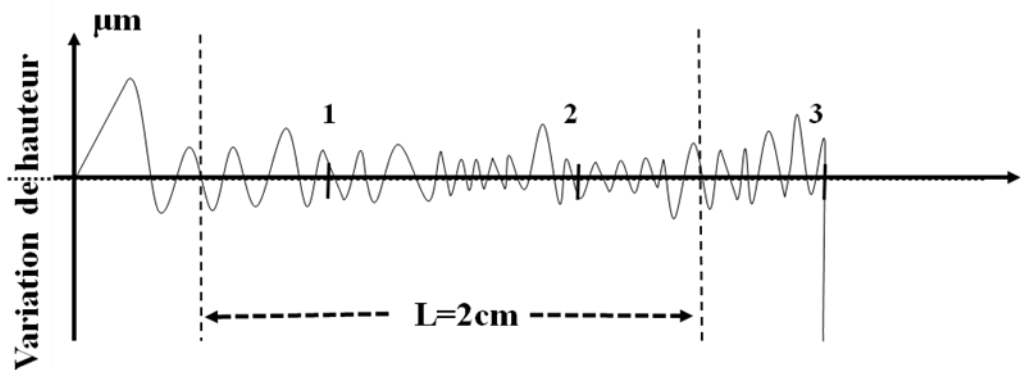


Fig. 8 : Exemple de mesure de rugosité

4. Système électronique

La mesure est relevée uniquement sur une longueur de tissu de 2cm sur chaque sens : les 5
135 premiers millimètres et les 5 derniers millimètres ne sont pas pris en compte.

Les signaux de friction et de rugosité issus des capteurs passent au travers un filtre passe-bas
afin de filtrer les composantes de basses fréquences (inférieure à 1 Hz). La présence de ce
filtre est due au fait que la peau n'est pas sensible aux rugosités de grandes longueurs d'onde.
Ici, 1 Hz correspond à des longueurs d'onde de 1 mm. Les longueurs d'onde supérieures à 1
140 mm sont extraites par un filtre du second ordre, de fréquence de coupure = 1 Hz).

5. Applications

5.1. Application numéro 1 : Influence du traitement d'ennoblissement*

On procède à la mesure d'étoffes tissées de coton avant et après deux traitements
145 d'ennoblissement destinés à modifier leur toucher : émerisage et grattage.

L'émerisage consiste à abraser la surface textile à l'aide de rouleaux en rotation recouverts d'un abrasif : papier émeri ou poudre de diamant. La plupart des jeans sont émerisés.

Le **grattage** est une des plus vieilles opérations d'ennoblissement. A l'origine, elle s'effectuait avec des chardons. C'est une opération mécanique exécutée à sec qui consiste à
150 broser la surface textile avec une vingtaine de rouleaux recouverts d'une garniture formée de pointes métalliques souples. Les tricots et les tissus peuvent être grattés. Les tricots grattés constituent l'envers de joggings. Les tissus sont grattés pour faire des manteaux en laine, par exemple.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des tissus mesurés, ainsi que les données
155 obtenues pour les coefficients de frottement μ .

Armure*	Nombre de fil en Chaine/cm	Nombre de fil en Trame/cm	Masse surfacique (g/m ²)
Toile*	28	23	180
Sergé	15,5	33	220

Tableau 1 : Caractéristiques des tissus mesurés

Toile					Sergé				
	Chaine		Trame			Chaine		Trame	
	Aller	Retour	Aller	retour		Aller	Retou r	Aller	Retour
Avant émerisage	0,167	0,186	0,177	0,197	Avant grattage	0,169	0,186	0,185	0,189
Après émerisage	0,208	0,250	0,210	0,225	Après grattage	0,204	0,236	0,202	0,217

Tableau 2 : Mesures du coefficient de frottement pour les deux tissus testés (μ)

160

5.2. Application numéro 2 : Influence de l'armure sur la « douceur »

Une étude a été faite sur 3 tissus de coton d'armure différente : une toile, un sergé, un satin.

Les titres de fils de chaîne et de trame sont identiques et égaux à 25 Tex*. Ils ont été tissés sur le même métier à tisser, dans les mêmes conditions.

165

Armure	Nombre de fil en Chaine/cm	Nombre de fil en Trame/cm	Masse surfacique (g/m ²)
Toile	38	21	125
Sergé	38	27	220
Satin*	38	32	141

Tableau 3 : Caractéristiques des tissus mesurés

Ils ont été mesurés sur le KES-F après avoir été laissés 48h à 20°C et 65% d'humidité relative.

Seuls les résultats obtenus en sens *Trame* sont relevés. Ils sont présentés dans les 3 tableaux suivants.

170

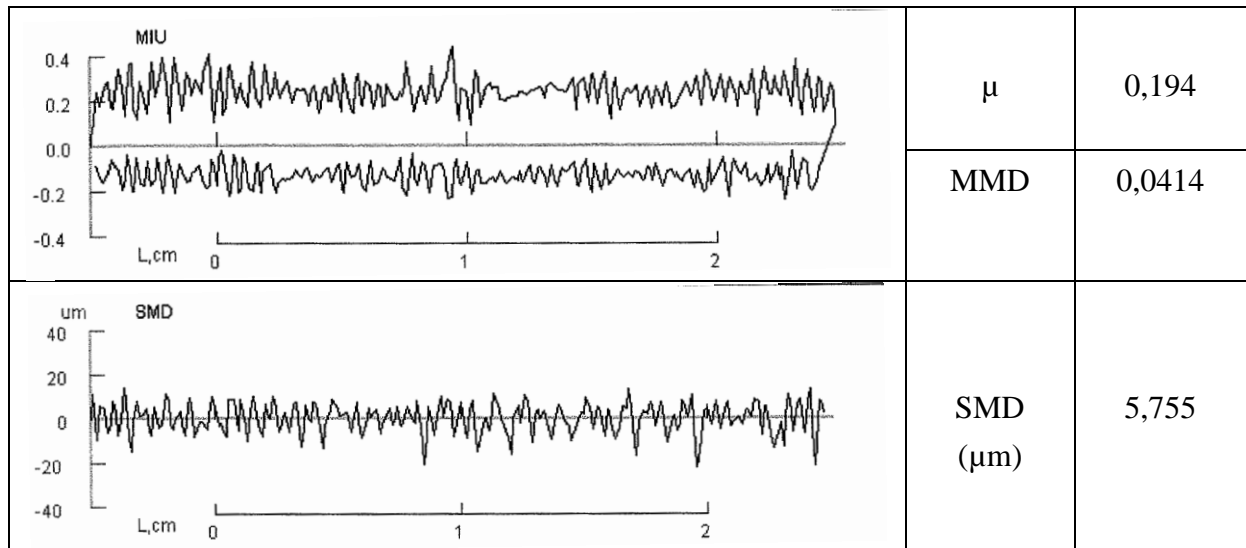


Fig. 9 : Résultat pour l'armure « Toile »

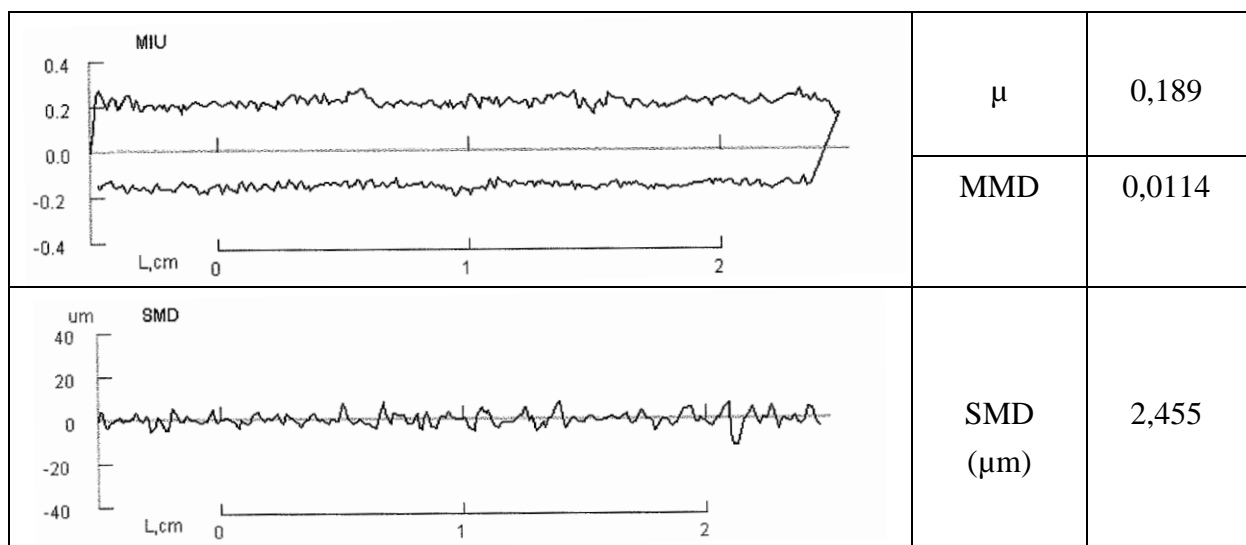


Fig. 10 : Résultats pour l'armure « Sergé »

175

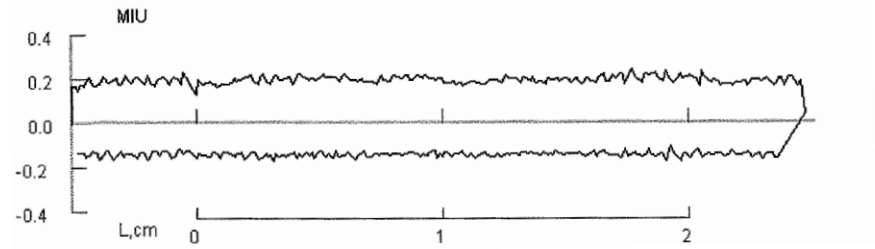
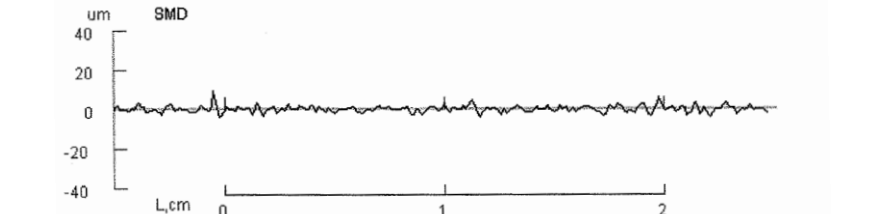
 <p>MIU</p> <p>0.4 0.2 0.0 -0.2 -0.4</p> <p>L,cm 0 1 2</p>	μ	0,173
 <p>um SMD</p> <p>40 20 0 -20 -40</p> <p>L,cm 0 1 2</p>	SMD (μm)	1,54

Fig. 11 : Résultats pour l'armure « Satin »