

Document original daté 1989

ETUDE COMPARATIVE DES TOILES DE LIN ET DE POLYESTER UTILISEES DANS LE DOUBLAGE DE TABLEAUX

Résumé

Le but de cette étude est de comparer les comportements des toiles de lin et de polyester ayant des contextures semblables.

En partant des critères d'utilisation de ces toiles, on définit les essais permettant de mettre en évidence des propriétés telles que:

- la rigidité des toiles
- la résistance à la rupture
- la résistance au fluage
- l'amplitude de la recouvrance

et leurs propriétés vis à vis du collage.

Les essais de traction, de fluage/recouvrance, et de collage, appliqués dans les mêmes conditions, ont permis en comparant les résultats, d'analyser les différences de comportement et d'en tirer certaines conclusions.

Notes biographiques

Alain ROCHE né à Paris en 1948

Diplômé des Beaux-arts de Paris

Licencié en arts Plastiques à Paris VIII

Diplômé de l'IFROA

Pensionnaire à l'académie de France à Rome de 1982 à 1984

Travaille actuellement comme restaurateur auprès des Musées classés et contrôlés.

Remerciements

Je remercie l'ITF et MR HAGEGE de leur contribution.

Bibliographie

Etude du fluage: thèse de doctorat es-science de Mr EL OKEILLY Mustapha

Processing of polyester fibers de O.PAJGRT B. REICHSTADTER.

ETUDE COMPARATIVE DES TOILES DE LIN ET DE POLYESTER
UTILISEES DANS LE DOUBLAGE DE TABLEAUX (A. ROCHE ITF 1989)

INTRODUCTION

Dans le domaine des techniques picturales, les toiles de fibres naturelles sont utilisées depuis longtemps. C'est à partir du XVI^e siècle que l'usage des toiles se généralise. Au coté du lin, nous trouvons des toiles de chanvre. Dès la fin XVII^e siècle, on rencontre très fréquemment l'utilisation de la toile de lin dans la pratique du rentoilage. Ces toiles de rentoilage servent à consolider les supports de lin trop anciens pour jouer correctement leur rôle. Le contre collage d'une toile de lin traitée (décatissage et encollage) vient soutenir cette toile d'origine fragilisée par le temps. Cette technique de consolidation à la colle de pâte traditionnelle tend à être remplacée de nos jours par des méthodes moins contraignantes. L'objectif des techniques actuelles de consolidation est de renforcer l'oeuvre ancienne en minimisant les contraintes qui apparaissent lors de l'exécution des travaux de consolidation et des écarts climatiques qui se manifestent dans tous les lieux de conservation. Pour atteindre ce but, les méthodes actuelles se différencient des méthodes traditionnelles:

- a) sur la conception même de la mise en oeuvre,
- b) sur les matériaux utilisés.

Sans entrer dans le détail des nouveaux concepts de consolidation d'une oeuvre peinte, le principe est de fractionner le travail en différentes opérations indépendantes telles que:

- Consolidation des déchirures
- Elimination des déformations
- Refixage
- Doublage etc....

En ce qui concerne les matériaux, l'utilisation de matières plus ou moins hydrophobes s'imposait. C'est ainsi qu'à partir d'études et de recherches spécifiques, l'emploi d'adhésifs vinyliques ou acryliques et des toiles de fibres synthétiques firent leur apparition. Si toutefois les adhésifs de synthèse n'ont pas fait l'objet de contestation et ont été admis par une bonne majorité de restaurateurs du support et de conservateurs responsables des services de

restauration, il n'en va pas de même pour les toiles de fibres synthétiques. Elles restent encore l'objet d'hésitations et de controverses, tantôt pour des raisons esthétiques, tantôt pour leurs propriétés mécaniques.

Le but de cette étude est de confronter les propriétés de ces deux types de toiles de manière à mettre en évidence les qualités et les inconvénients de chacune d'elles. Le choix s'est porté sur la comparaison des toiles de LIN et de POLYESTER.

Etude expérimentale

Les propriétés physiques qui intéressent l'utilisateur de toiles dans le domaine de la restauration des supports sont:

- La rigidité et l'élasticité
- La résistance et la déformation à la rupture
- La résistance au fluage
- La recouvrance et la déformation résiduelle.

Ces quatre points sont importants dans les techniques de doublage car la toile de renfort joue un rôle bien précis. Celle-ci doit maintenir la toile originale sans en modifier le comportement. Ainsi sa rigidité à l'état tendu doit être légèrement supérieure aux peintures ayant une rigidité très faible, ou égale pour des peintures de rigidité plus élevée. Lors d'un coup, son élasticité doit lui permettre d'absorber les déformations et sa résistance à la rupture de repousser le seuil de rupture de la peinture. Sous l'effet de son propre poids et des tensions initiales, une peinture a tendance à fluer en donnant naissance à la formation de "poches". Une bonne résistance au fluage de la toile de doublage minimise ce type de déformations irréversibles. Le restaurateur doit aussi tenir compte de l'isotropie de la toile et de son affinité avec les adhésifs. Dans cette étude nous ne prendrons pas en compte l'influence de l'eau sur ces deux types de tissus. Nous considérerons que la reprise en eau du polyester est négligeable par rapport au lin et que ses variations dimensionnelles sont très faibles lors des écarts hygrométriques. De ce point de vue les comportements de ces deux textiles sont totalement différents, et le comportement du polyester présente un certain intérêt.

Dans le cadre de cette étude comparative, des toiles ayant des structures très proches ont été sélectionnées. Deux couples de toiles, lin et polyester aux structures voisines font l'objet d'une série d'essais. Les toiles de lin servant de référence sont utilisées couramment dans les

méthodes de doublage. Les caractéristiques de ces toiles sont regroupées dans le tableau n°1.

		Toile de lin L_1	Toile de polyester P_1	toile de lin L_2	toile de polyester P_2
Contexture	trame	20 fils/cm	20 fils/cm	14 fils/cm	12 fils/cm
	chaîne	20 fils/cm	20 fils/cm	15 fils/cm	13 fils/cm
masse surfacique		228,49 g/m ²	219,08 g/m ²	308,13 g/m ²	256, g/m ²
Embuvaige	trame	1%	5%	2,5%	2,5%
	chaîne	6,5%	6,6%	9,5%	5%

Essais de traction.

Les essais de traction ont été effectués sur un Instron 1122 interfacé avec un ordinateur HP 85. Ils ont été conduits sur des éprouvettes de 50/250 mm avec une distance entre mors de 100 mm et une vitesse de traction de 100 mm/min. Tous les essais ont été faits dans les deux sens, chaîne et trame, à une température de 20°C et une humidité de 65%. Ces essais de traction permettent de mesurer l'amplitude de la force et de la déformation à la rupture et d'obtenir des courbes de traction de chacun des échantillons. Etant donné que toutes les toiles présentent des irrégularités de structure, les valeurs des mesures vont dépendre de l'emplacement où l'échantillon a été prélevé. Ainsi pour avoir une valeur significative, l'essai dans chaque cas a été répété six fois. La valeur moyenne de ces six tests nous donnera une valeur représentative de chaque essai, regroupés dans le tableau n° 2.

Sont de page

		Force de rupture daN/cm	$\Delta F_{rupt.}$ daN/cm	Allongement à la rupt. %	$\Delta \epsilon_{rupt.}$ %
L_1	trame	30,80	10,81	4,4	10,56
	chaîne	19,99		14,96	
P_1	trame	26,56	1,47	24,07	6,02
	chaîne	25,94		30,09	
L_2	trame	31,25	5,1	9	14,77
	chaîne	26,15		23,77	
P_2	trame	39,11	3,2	26,82	3,175
	chaîne	35,91		26,65	

Les différentes valeurs mesurées et regroupées dans le tableau ci-dessus permettent de constater que les deux toiles de polyester présentent dans les deux sens un comportement plus homogène que le lin.

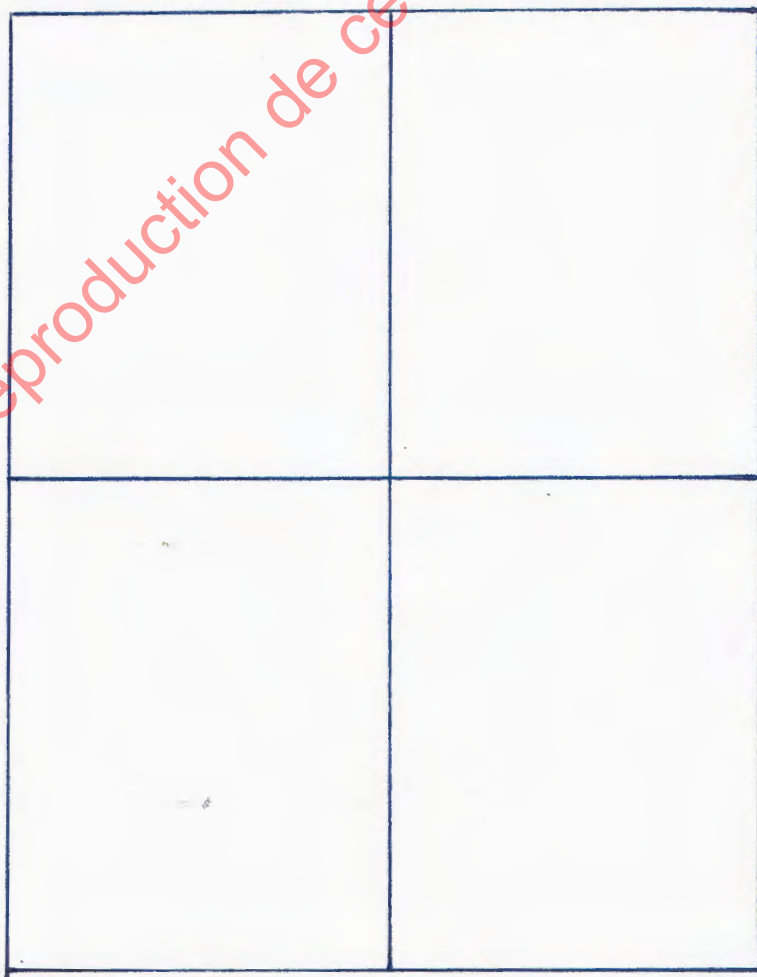
Notons aussi que les valeurs de rupture des quatre toiles sont largement suffisantes pour résister aux tractions appliquées dans les différentes opérations de doublage.

L'analyse des courbes de traction de ces toiles est intéressante car elle met en évidence les comportements distincts de ces matériaux, ainsi que la superposition des phénomènes issus:

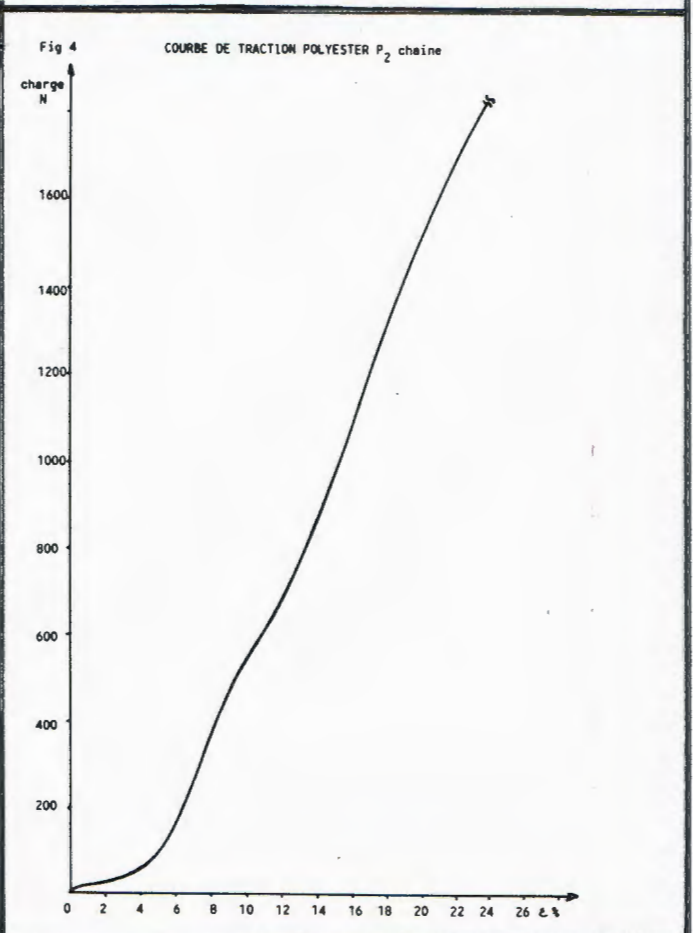
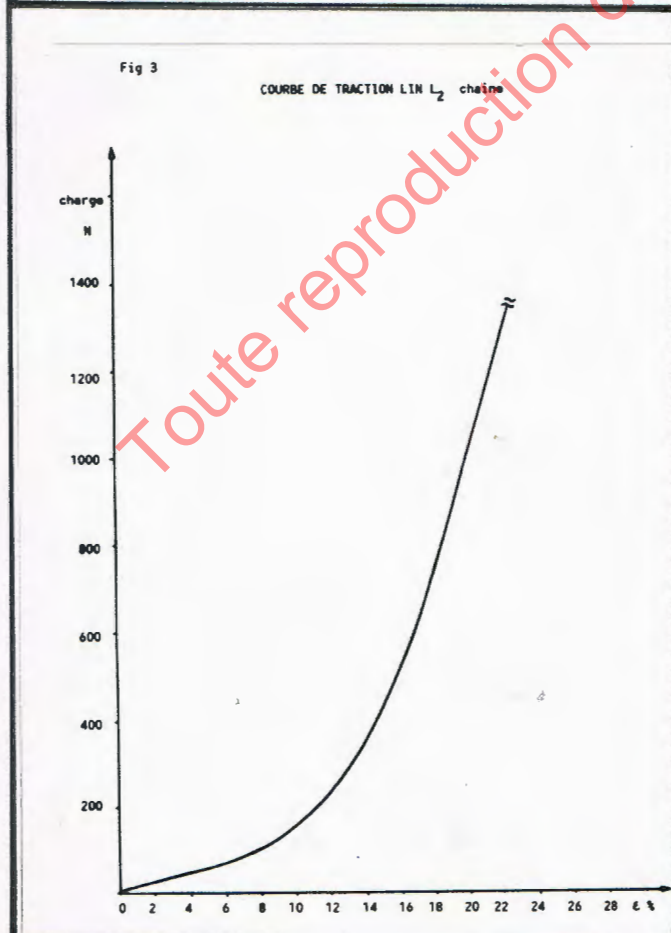
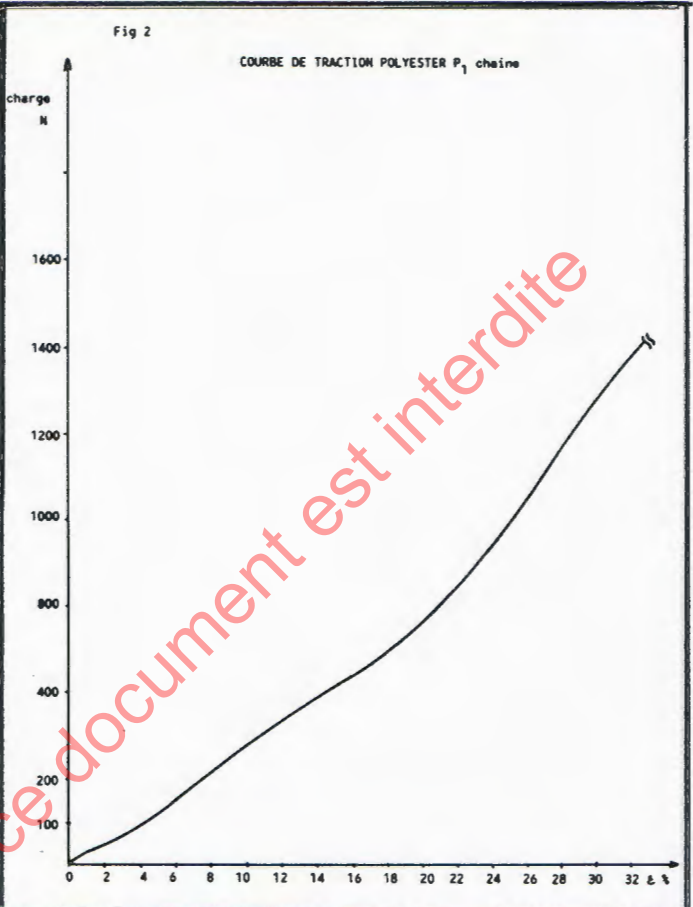
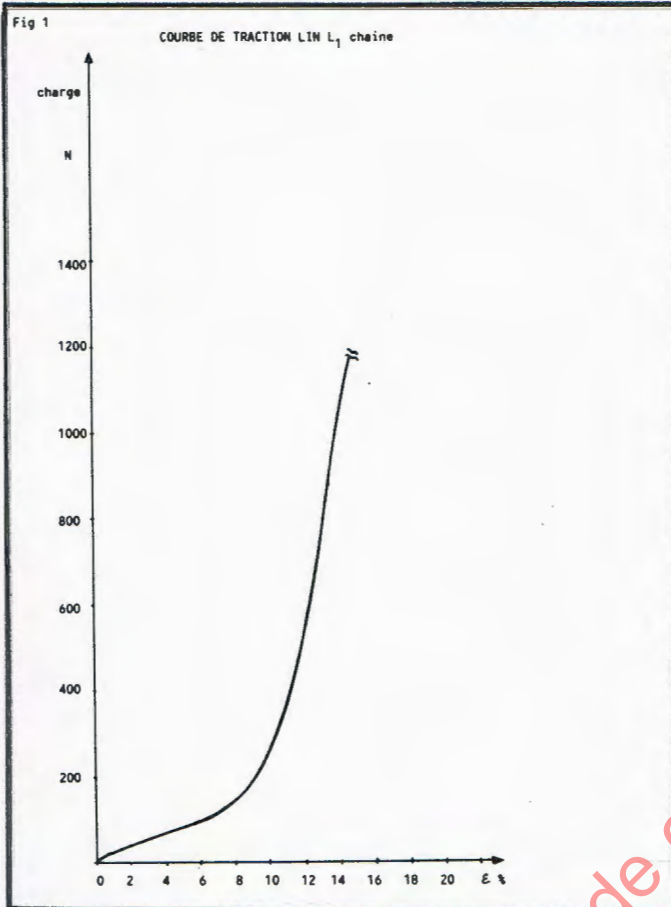
a) du comportement de la structure de la toile c'est à dire la géométrie de l'entrelacement des fils, le coefficient de frottement entre les points de friction, etc...

b) des propriétés viscoélastiques des fibres naturelles ou des fibres de polyester.

Ces courbes comportent deux zones A et B communes aux quatre toiles et une zone C spécifique du polyester. fig 1,2,3,4



4th photo.



Toute reproduction de ce document est interdite

- Les zones A correspondant au désembuage des toiles se distinguent par des amplitudes différentes.
- Les zones B représentent l'élasticité des toiles et se distinguent par une pente différente.
- Les zones C caractérisent le comportement plastique des polyesters.

Signalons à ce propos que les tensions appliquées aux tableaux lors du montage sur le châssis définitif ne dépassent guère 20 daN/m soit 2 N/cm et n'entraînent pas de déformations élastiques pour le lin et de déformations plastiques pour le polyester.

Essais de FLUAGE/RECOUVRANCE

Le dispositif de mise en oeuvre est simple puisqu'il consiste à accrocher une charge au bout de l'éprouvette à tester et à observer l'allongement de celle-ci dans le temps fig 5. Des éprouvettes de 30/200 mm suspendues à un portique supportent une charge constante de 19,5 daN. Cette charge correspond à:

- 32,5% de la charge de rupture de la toile de lin L₁
- 25,8% de la charge de rupture de la toile de polyester P₁
- 16,6% de la charge de rupture de la toile de lin L₂
- 20,8% de la charge de rupture de la toile de polyester P₂

La charge de 19,5 daN utilisée pour ces essais se situe dans les quatre cas dans la zone B. La déformation est suivie dans le temps à l'aide d'une visée et d'un repère millimétrique. Les essais de fluage sont conduits pendant quatorze jours; ensuite les charges sont retirées pour observer pendant sept jours la recouvrance des déformations.

Les courbes de fluage/recouvrance obtenues ont l'allure de courbes viscoélastiques fig 6. Elles comportent 3 zones:

- 1^{ere} de déformation et de recouvrance instantanée
- 2^{eme} de déformation et de recouvrance différée
- 3^{eme} de déformation permanente ou résiduelle.

Des courbes de la fig 6 on peut tirer certaines valeurs qui sont regroupées dans le tableau n°3.

	allongem ^t . inst.	recouvr. inst.	allongem ^t . dif.	recouvr. dif.	défor. résiduelle
chaîne L ₁	13,6%	1,2%	1,29%	1%	12,5%
chaîne P ₁	17,87%	6,8%	3%	1,28%	12,5%
trame L ₂	3,8%	1,27%	0,45%	0%	2,98%
trame P ₂	8,58%	3%	1,72%	1,72%	5,58%

Discussion des résultats

Fluage : La déformation instantanée dépend en partie de l'embuvage. On aura dans un premier temps le désembuvage des fils puis ensuite la déformation propre des fils. Dans le cas des deux toiles L_1 et P_1 , l'embuvage est pratiquement identique, 6,5% et 6,6%, pourtant l'allongement instantané de P_1 est plus important. On passe de 13,6% pour L_1 à 17,87% pour P_1 . Donc dans cette toile de lin, l'embuvage participe* de 47,8% de la déformation instantanée, et la déformation des fils de 52,2%. Pour ce polyester, l'embuvage ne participe que de 36,9% et la déformation des fils est de 63,1%. On reconnaît ici l'influence du comportement (plastique) des fibres de polyester. - élastique -

La déformation différée ne dépend plus de l'embuvage lorsque les charges sont suffisamment grandes. Cette déformation est caractéristique des propriétés rhéologiques des toiles L_1 et P_1 . Comme l'allongement différé de P_1 est supérieur à L_1 , on peut en déduire que la toile de polyester étudiée a un caractère viscoélastique plus développé. Enfin pour une charge égale et un temps de fluage équivalent, on constate que la toile de polyester subit un allongement beaucoup plus important, 20,87% pour P_1 et 14,89% pour L_1 .

Recouvrance: La recouvrance instantanée est liée à l'embuvage mais aussi aux propriétés viscoélastiques des fils. Lors de la décharge, les toiles de lin et polyester subissent une rétraction instantanée provoquée en partie par l'élasticité vraie des matériaux. Cette rétraction est beaucoup plus importante pour P_1 6,8% que pour L_1 1,2%. La réversibilité des déformations du polyester est meilleure fig 6. Si à cette recouvrance instantanée on ajoute la recouvrance différée on constate que les déformations résiduelles de L_1 et de P_1 sont identiques et d'environ de 12,5%.

$$\text{Participation embuvage} = \frac{\text{embuvage}}{\text{déf. inst.}} \times 100$$

Ces résultats mettent en évidence le comportement rhéologique de ces tissus. Le polyester possède un pouvoir de récupération** des déformations de 40,1% contre 16,05% pour le lin. Ces résultats sont confirmés par l'étude dans les mêmes conditions de L₂ et P₂ dont les pouvoirs de récupération des déformations sont respectivement de 29,88% et 44,42%.

Du point de vue rhéologique, ces deux toiles présentent des comportements totalement différents. D'ailleurs l'examen des courbes de traction nous permettait de le pressentir. Mais dans les essais de fluage/recouvrance, le caractère viscoélastique du polyester se manifeste largement.

Cependant, les matériaux viscolélastiques présentent des propriétés rhéologiques dépendantes de la température. Par conséquent les résultats concernant le polyester ne sont valables qu'au dessous de sa température de transition vitreuse qui est d'environ 73°C. Au voisinage et au-dessus de cette température le comportement du polyester est totalement différent.

Essais de COLLAGE

Ces essais vont permettre de vérifier la compatibilité des polyesters avec les adhésifs employés en restauration des supports. Nous savons que dans un collage une partie de l'adhérence est liée à la porosité du substrat, l'autre dépend de la mouillabilité de l'adhésif liquide sur le matériau. Les adhésifs utilisés sont très souvent des émulsions aqueuses. La tension superficielle élevée de ces adhésifs garantit une bonne pénétration dans les toiles si toutefois la porosité et la mouillabilité sont suffisantes.

Une série de tests en cisaillement et en pelage ont été conduits sur les mêmes toiles L₁ P₁ L₂ P₂. Ces essais ont été exécutés sur un appareil de traction Instrom 1122 interfacé avec un ordinateur HP 85. Les éprouvettes ont été réalisées de la manière suivante.

- Les toiles de lin et de polyester ont été encollées d'une couche de PLEXISOL P 550 comme dans le cadre d'un doublage.

* *

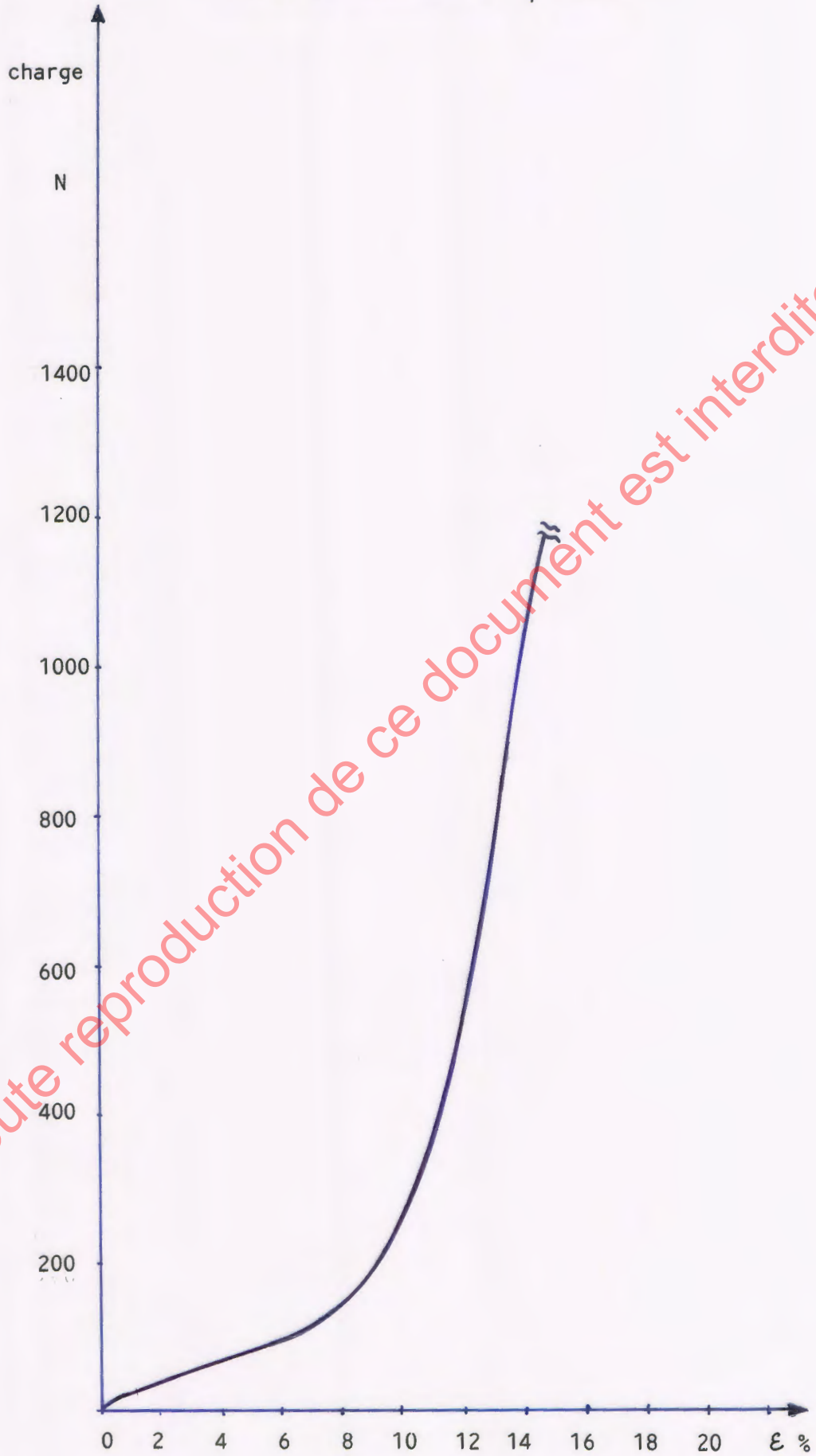
$$\text{Pouvoir de récupération} = \frac{\text{déf. totale} - \text{déf. résiduelle}}{\text{déf. totale}} \times 100$$

répondent aux exigences des techniques de consolidation des supports, il n'y a à priori aucune raison d'écarter les toiles de polyester. Par ailleurs si la préoccupation essentielle du restaurateur de supports est de modifier le moins possible l'état d'équilibre des contraintes inhérentes à l'oeuvre et de retrouver une stabilité globale satisfaisante, l'utilisation d'un support inerte tel que les tissus de polyester, semble la plus adaptée à cette alternative.

Toute reproduction de ce document est interdite

Fig 1

COURBE DE TRACTION LIN L₁ chaîne



Toute reproduction de ce document est interdite

Fig 2

COURBE DE TRACTION POLYESTER P₁ chaîne

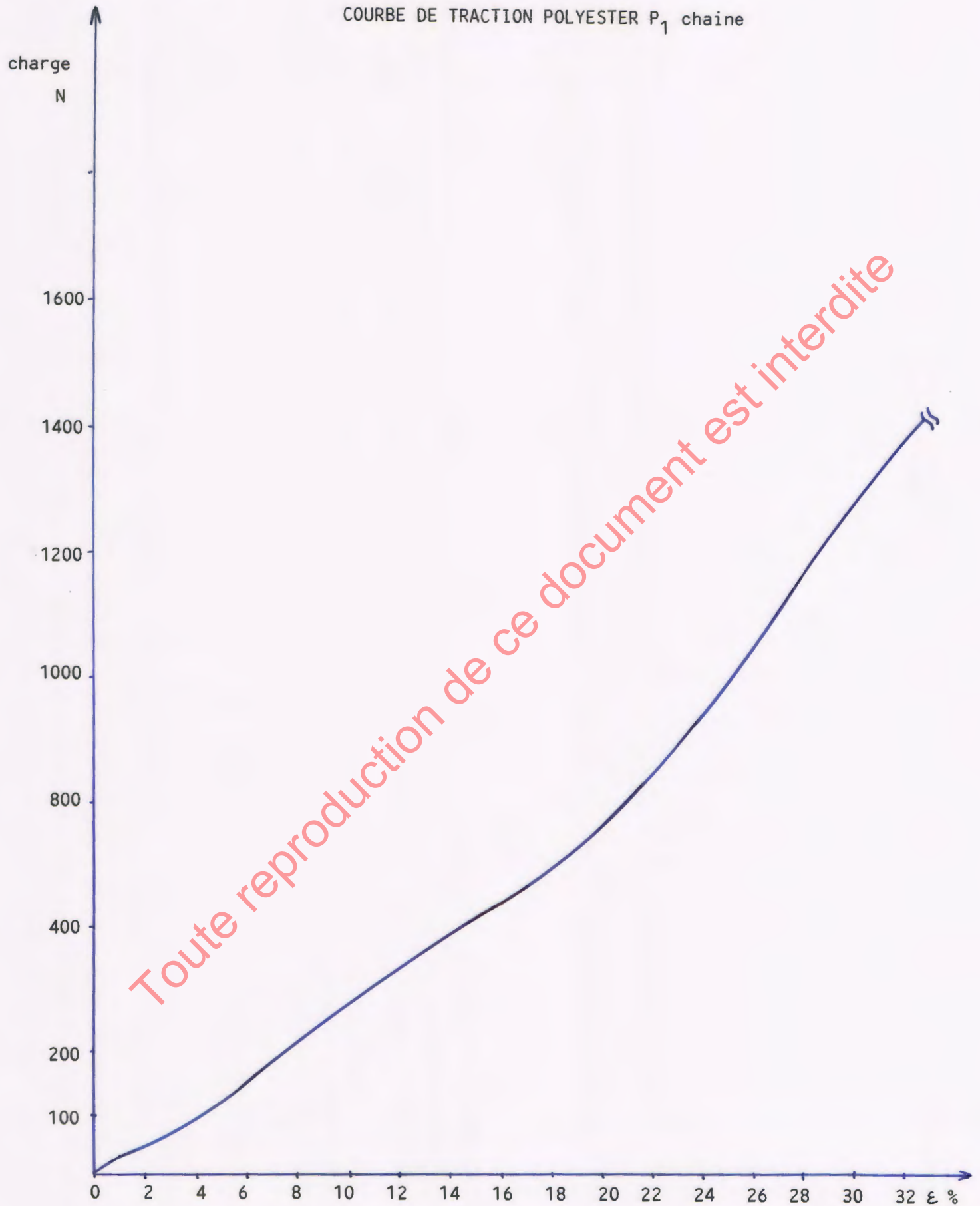
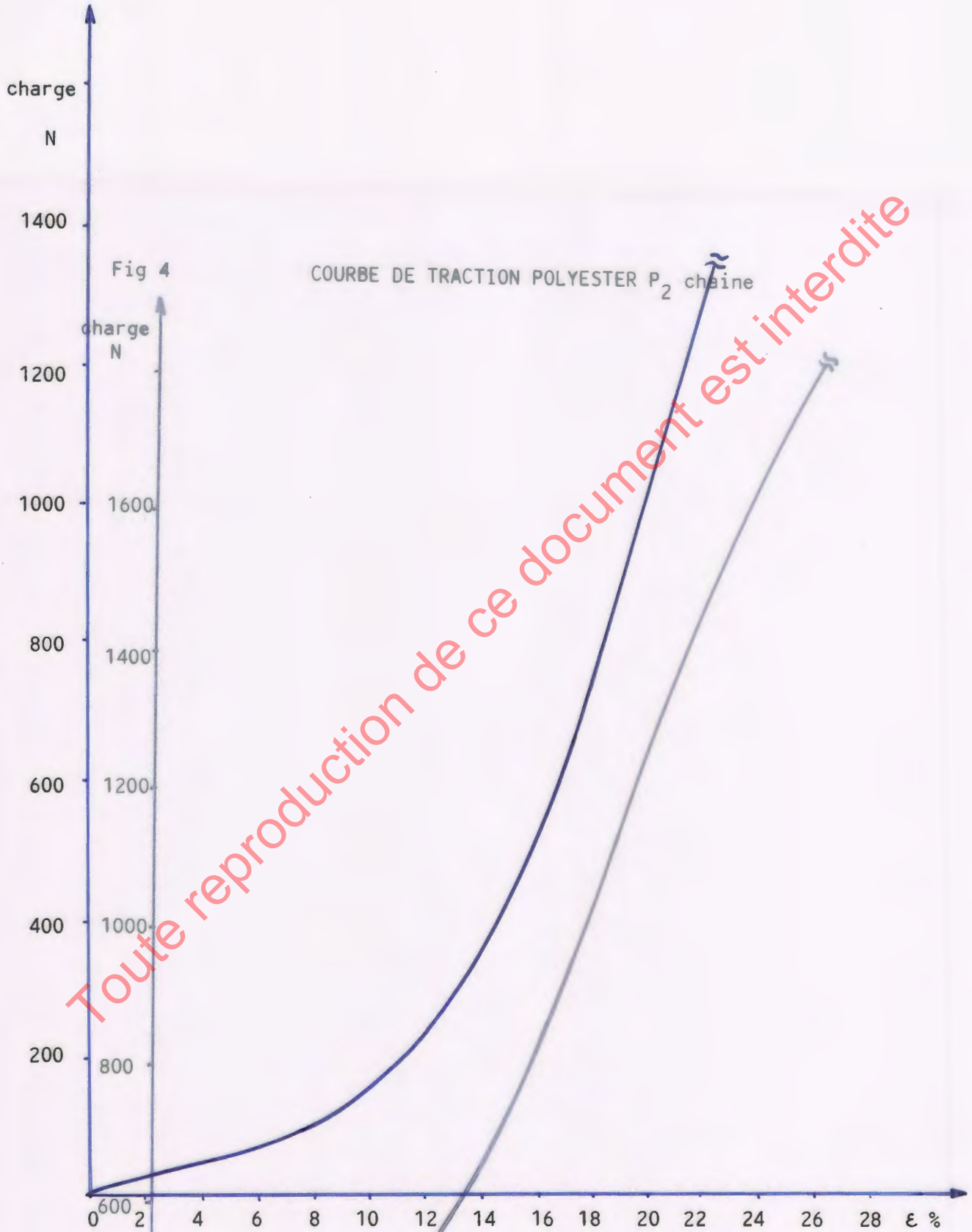


Fig 3

COURBE DE TRACTION LIN L₂ chaîne



Toute reproduction de ce document est interdite

Fig 5

DISPOSITIF DE FLUAGE/RECOUVRANCE

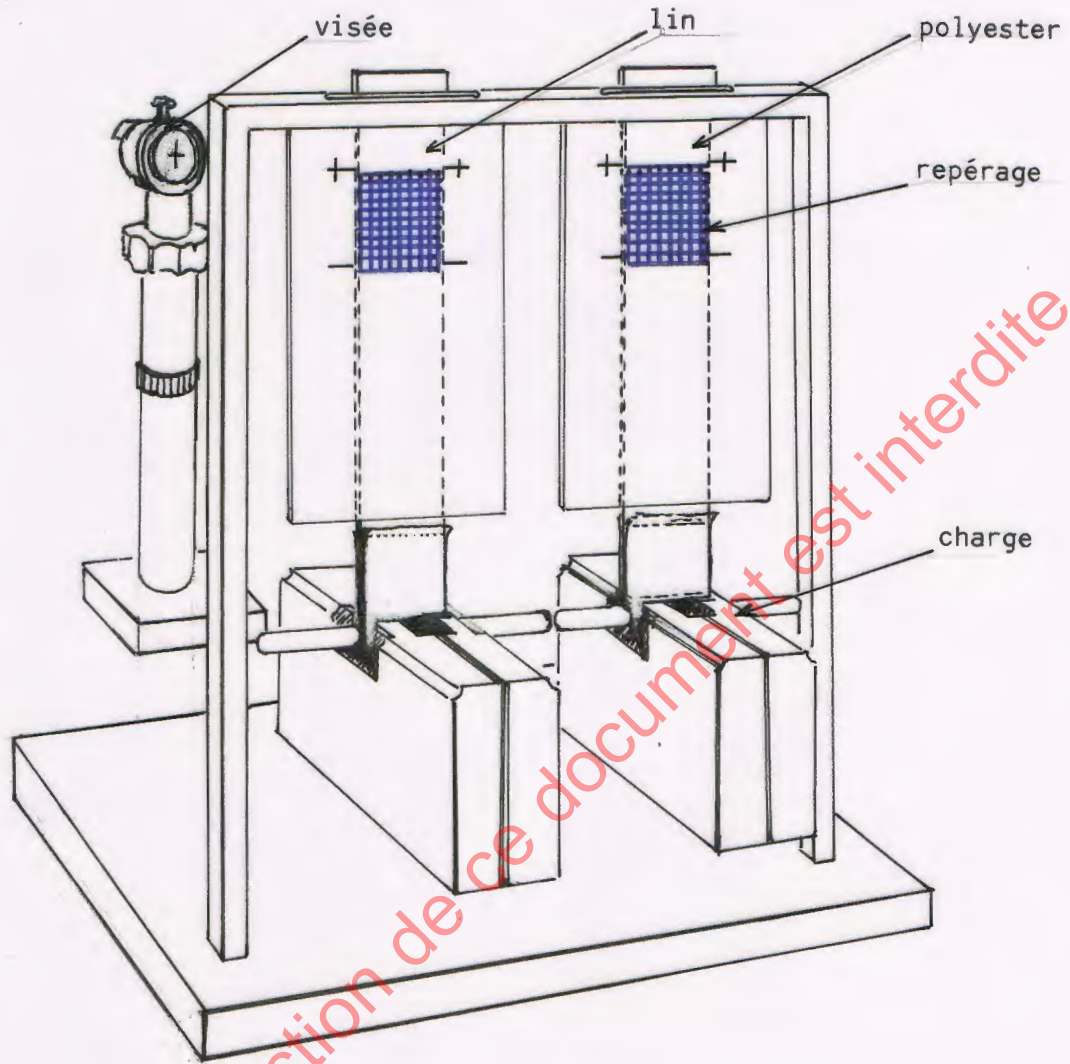
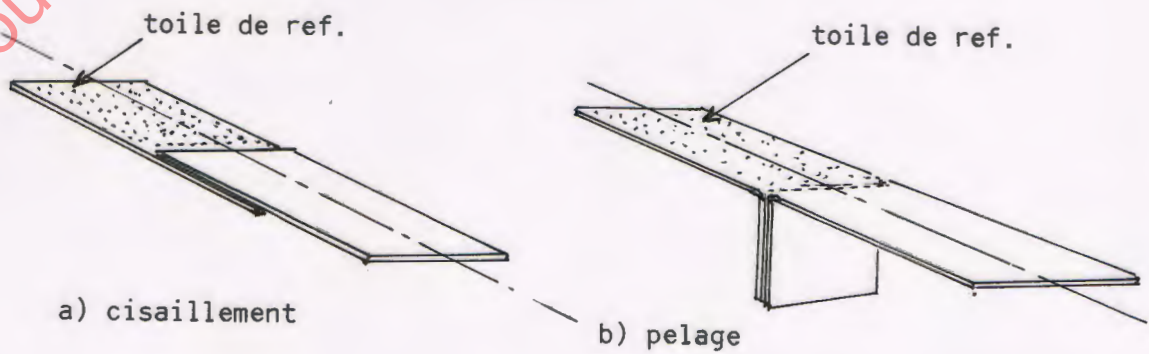


Fig 7

ESSAIS DE CISAILLEMENT ET DE PELAGE



déformation
en %

COURBES DE FLUAGE ET DE RECOUVRANCE DE L1,P1,L2,P2.

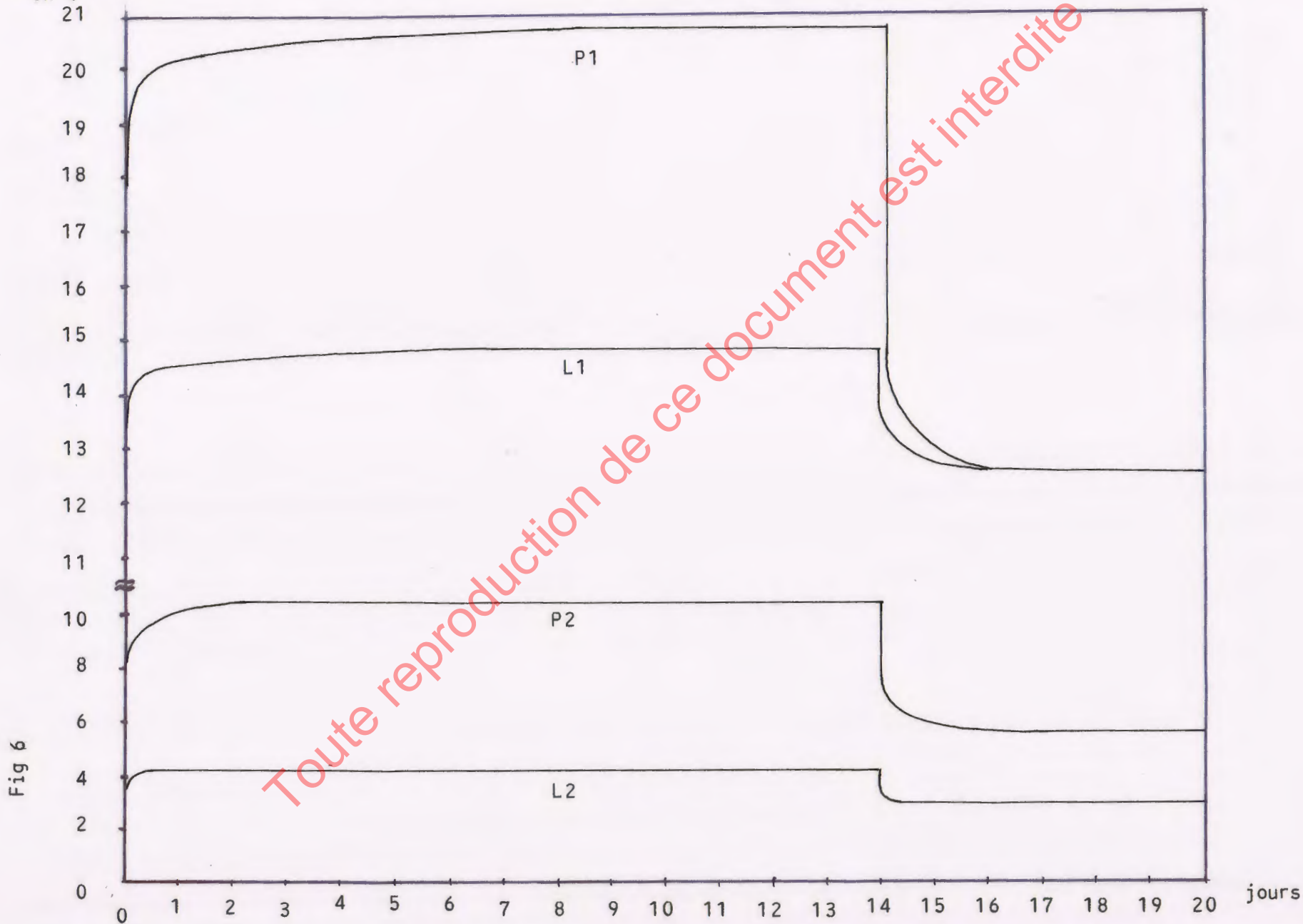
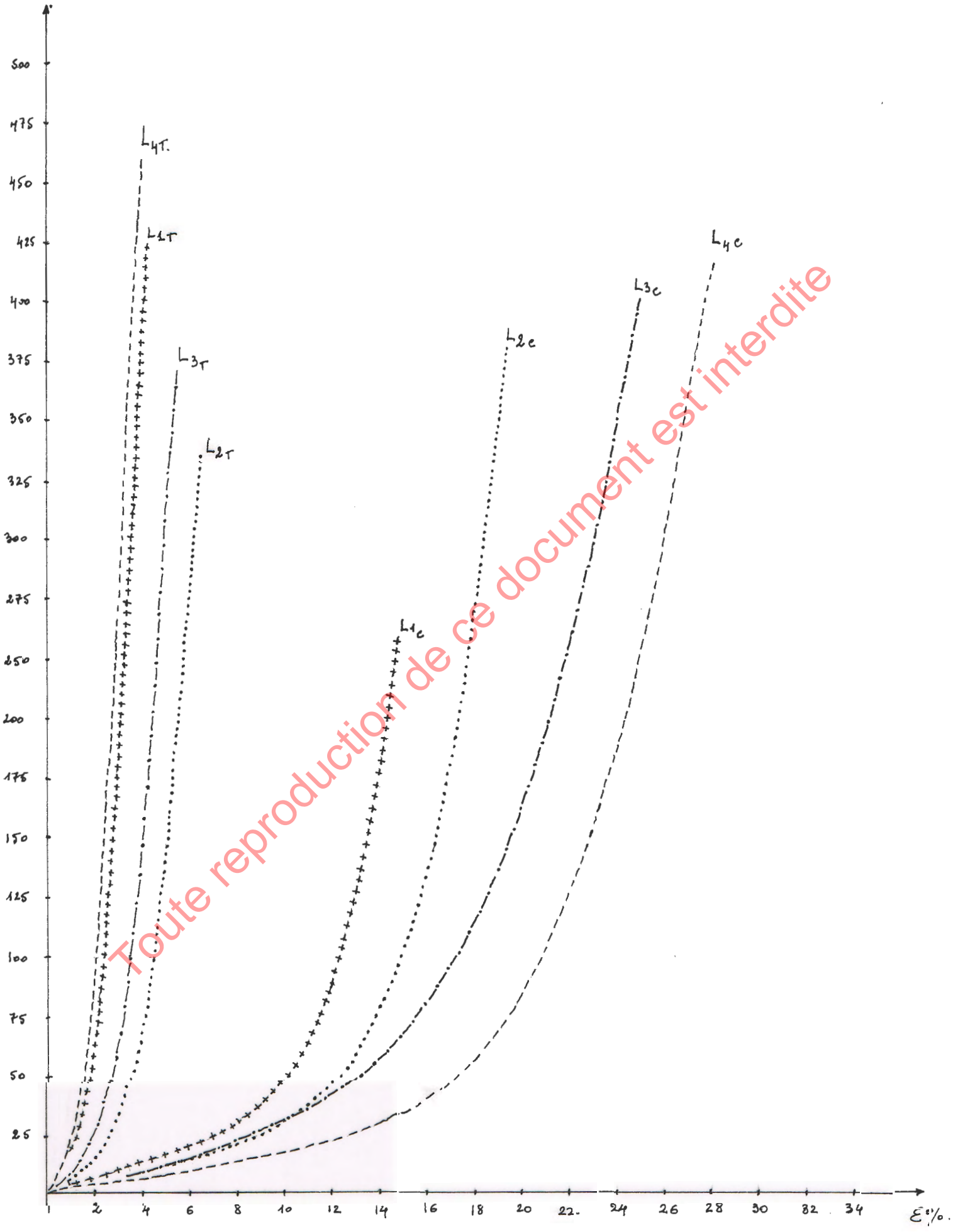


Fig 6

Toute reproduction de ce document est interdite

charge en daN.



Toute reproduction de ce document est interdite

Inter-toiles
Fabricant exclusif des supports pour les arts
Tourelles sur drapeau
Route de Courmelles 06190 Venze

Tel. 93.53.31.71

TOILES A PEINDRE ECRUES

à contacter Pierre NAROZNI

REFERENCES	NATURE	LARGEUR	PRIX H.T. M'
CO	COTON fils écrus	2m18	9.70
C 10	COTON fils teintés	2m20	15.50
CT 10	COTON fils teintés Lin	2m24	16.80
C 20	COTON fort é cru	2m20	19.50
CT 20	COTON Fort teinté Lin	2m30	20.55
L 20	LIN courant	2m22	31.65 <i>37.54</i>
L 30	LIN moyen	2m22	37.50
LCO	LIN 1/2 fort	2m22	39.80
L 40	LIN fort	2m22	43.00 <i>51.00</i>
JL50	JUTE-LIN Grosse Toile	2m22	27.80
L 50	LIN Grosse toile	2m22	43.30
L 60	LIN fin	2m22	49.90
* P 70	POLYESTER Tissé -	2m38 et 2m50 2m78	19.15
TS 70	Toile Extra Fine	2m50	26.30
L 80	LIN Extra fin PORTRAIT	2m22	70.70
L 90	LIN à Grain Fort	2m22	52.00 <i>61.68</i>
L 40	LIN Fort	3m20	49.95
L 40	LIN Fort	4m10	69.50
L120	LIN Fort très serré	2m22	48.00
L130	LIN Fin à léger grain	2m22	49.90
* P110	POLYESTER Fort teinté -	2m24	38.00
L100	LIN Fin PORTRAIT	2m22	59.80
* P140	POLYESTER à Grain Fort -	2m24	38.00 <i>45.00</i>
L160	LIN cannelé : Lourd (600 Gr)	3m20	53.35
L160	LIN cannelé Lourd (600 Gr)	4m20	83.00
L160	LIN cannelé Lourd (600 Gr)	8m00	126.00

Toute reproduction de ce document est interdite