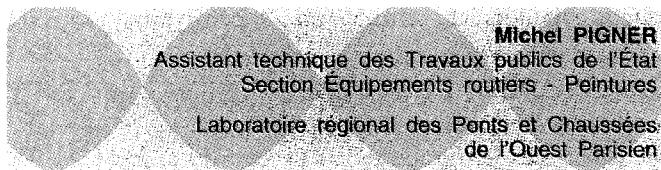


# Sérigraphies de films rétroréfléchissants pour panneaux de signalisation

## Étude de l'influence des paramètres de mise en œuvre sur la qualité finale



**Michel PIGNER**  
Assistant technique des Travaux publics de l'Etat  
Section Équipements routiers - Peintures  
Laboratoire régional des Ponts et Chaussées  
de l'Ouest Parisien

### RÉSUMÉ

Cet article présente une étude en laboratoire sur la recherche des paramètres d'application de la technique sérigraphique, qui ont une influence sur la rétroréflexion et la couleur des décors de panneaux.

L'influence des variations de chaque paramètre sur la rétroréflexion et la couleur, est appréciée par référence à des sérigraphies réalisées selon les recommandations du fabricant des produits.

L'interprétation des résultats obtenus montre que les paramètres d'application tels que viscosité de l'encre, maillage de l'écran de sérigraphie, pratique du double encrage et mauvais affûtage de la raclette ont une influence significative sur les critères mesurés ; les amplitudes des variations trouvées, peuvent atteindre 22 % pour la rétroréflexion et 10 % pour le facteur de luminance lumineuse.

Pour certains systèmes rétroréfléchissants, dont les valeurs en rétroréflexion et la couleur obtenues lors des certifications sont proches des spécifications minimales, de telles amplitudes peuvent conduire à l'élaboration de produits non conformes et à une mauvaise perception des panneaux par l'usager.

**MOTS CLÉS :** 73 - Laboratoire - Rétroréflexion - Film (couche mince) - Couleur - Luminance - Qualité - Certification - Mesure - Méthode d'essai - Sérigraphie.

### Introduction

Bien conçus et réalisés, les symboles routiers, éléments essentiels des panneaux de signalisation, contribuent, seuls ou en association avec d'autres équipements routiers, à assurer la sécurité des usagers de la route en réduisant les causes d'accidents.

Le ministère de l'Équipement, conscient de l'importance des panneaux de signalisation, a engagé depuis plusieurs années une politique de qualité par la mise en place d'une procédure d'homologation des produits utilisés pour la réalisation des décors routiers.

Depuis 1994, la procédure d'homologation a évolué vers une procédure de certification sous la marque « NF ». La gestion de cette procédure est assurée, par délégation de l'AFNOR, par l'ASSOCIATION pour la QUALITÉ des Équipements Routiers (ASQUER).

Dans le domaine de la signalisation traditionnelle, cette certification s'applique à deux niveaux :

➤ un premier niveau concerne les films rétroréfléchissants et les systèmes (films et encres) qui seront utilisés pour la réalisation des décors routiers ; les industriels titulaires de cette certification peuvent ensuite diffuser les produits certifiés auprès des fabricants de panneaux ;

➤ un second niveau concerne la certification des panneaux eux-mêmes, qui seront implantés sur le réseau routier. Les titulaires de cette certification sont les fabricants de panneaux.

Parmi les différentes techniques dont disposent les fabricants de panneaux pour la réalisation des décors, la sérigraphie est la plus utilisée. Or, en confrontant les résultats d'essais réalisés sur des sérigraphies, soit dans le cadre de l'instruction des différentes demandes de certification de panneaux, soit dans le cadre de contrôles de réception de fournitures, il a été constaté que la rétroréflexion et, à un niveau moindre, la couleur étaient assez fortement dispersées pour un même produit certifié, même s'il est utilisé par des fabricants de panneaux différents ; couleur et rétroréflexion restent cependant conformes aux spécifications.

Cet article rend compte de l'étude [1] qui a permis de définir les principaux paramètres qui peuvent avoir une incidence sensible sur la qualité finale des sérigraphies au niveau de la couleur et de la rétroréflexion.

Compte tenu de l'importance des combinaisons possibles des facteurs d'influence, les essais ont été volontairement limités, l'objectif étant essentiellement de montrer l'influence des principaux paramètres vis-à-vis des deux critères photométriques.

## Technique sérigraphique

Dans le domaine de la signalisation, les décors des panneaux réalisés par sérigraphie utilisent des systèmes rétroréfléchissants (association de films rétroréfléchissants et d'encre).

➤ **Les films rétroréfléchissants** sont des matériaux composites souples dont la rétroréflexion est assurée par des microbilles de verre. Ils peuvent être blancs ou teintés dans la masse.

➤ **Les systèmes rétroréfléchissants** sont soit des films blancs en signalisation permanente, soit des films jaunes en signalisation de chantier, dont le décor coloré est réalisé, sur une partie de la surface, par un dépôt d'encre transparente. Sur le décor ainsi créé, une partie de la rétroréflexion initiale du film (blanc ou jaune) est conservée.

La coloration par sérigraphie s'obtient en faisant passer, au moyen d'une raclette de caoutchouc, une encre colorée transparente et liquide au travers d'un écran *ad hoc*, à mailles fines, reproduisant tout ou partie d'un décor. L'encre déposée est ensuite séchée. Par ce procédé, il est ainsi possible de reproduire fidèlement les différents décors de panneaux de signalisation.

## Phase préparatoire

### Choix des paramètres

En prenant en compte les critères de qualité que sont la couleur pour la perception de jour des décors des panneaux, et la rétroréflexion pour

leur perception de nuit, cette étude a conduit à choisir les différents paramètres susceptibles d'influencer la qualité des sérigraphies au travers de ces deux critères, les produits pour réaliser les applications sérigraphiques, le matériel pour les réaliser et les procédures d'application.

Un ensemble de paramètres a été défini à partir d'une recherche bibliographique [2], [3], [4], [5], [6], de l'expérience recueillie auprès des professionnels et d'observations faites sur les sérigraphies dans le cadre de la certification des panneaux.

Des sérigraphies sont d'abord réalisées dans les conditions optimales fournies par le fabricant afin de définir les valeurs de référence pour l'ensemble des paramètres pris en compte.

Ces valeurs de référence sont ensuite comparées aux valeurs obtenues en faisant varier les paramètres susceptibles d'influencer la qualité des sérigraphies.

Les variations constatées ont été validées par une étude statistique.

Pour réaliser les applications sérigraphiques, on a choisi un système rétroréfléchissant certifié, très largement utilisé, constitué d'un film de classe I, blanc, et d'une encre rouge monocomposant.

Pour les équipements, le choix s'est porté sur l'atelier de la société qui est titulaire de la certification du système rétroréfléchissant étudié.

Les équipements disponibles sont les suivants :

- une table 3/4 automatique de 1 300 × 1 000 mm, THIEME 1020. Cette table est munie de dispositifs permettant de faire varier séparément et de contrôler les paramètres d'application ; seul l'approvisionnement des films rétroréfléchissants préalablement découpés est réalisé manuellement ;
- un jeu d'écrans neufs avec cadre en aluminium et tissus polyester ;
- du matériel pour séchage des sérigraphies, clayettes et étuve ;
- des matériels divers, raclettes, spatules, produits de nettoyage, etc.

### Échantillons d'essais

Les échantillons d'essais ont été préparés à partir d'un rouleau de film rétroréfléchissant de classe I, prélevé sur le stock de la société.

Cent cinquante échantillons de 300 mm × 400 mm ont été préparés ; ce nombre prend en compte les échantillons nécessaires aux réglages de mise au point et les échantillons d'essais. La découpe des échantillons, réalisée au massicot, suit le plan de découpage de la figure 1. Ce plan permet le repérage des échantillons.

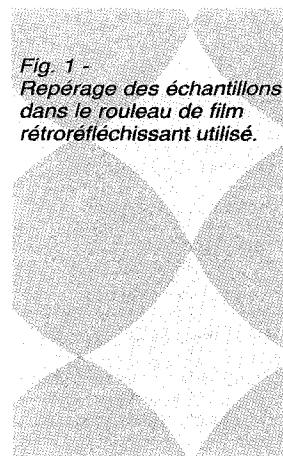
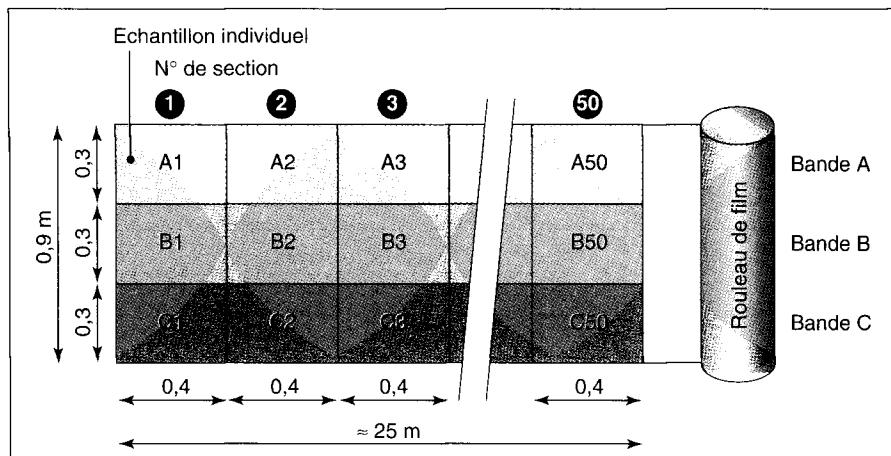


Fig. 1 -  
Repérage des échantillons  
dans le rouleau de film  
rétroréfléchissant utilisé.

### Choix des méthodes de mesures

Pour des raisons purement pratiques, les différentes mesures de couleur et de rétroréflexion, tant avant qu'après la réalisation des sérigraphies, ont été faites à l'aide de matériels portables, en utilisant les méthodes de mesures normalisées correspondantes.

#### Rétroréflexion

Les mesures sont réalisées selon la procédure de la norme NF P 98-528 [7] avec le rétroréflectomètre portable « PANOLUX » [9] dans la géométrie : angle d'éclairage  $H = 5^\circ$ , angle d'observation  $\alpha = 0^\circ 33$ . L'appareil est calibré, avant la mesure, sur un film de référence de même couleur et de même classe. L'étalonnage est vérifié avant chaque mesure d'échantillon (six mesures par échantillon).

Les résultats ( $R'$ ) sont exprimés en candelas par lux et par mètre carré ( $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$ ).

#### Couleur

Les mesures sont réalisées selon la procédure de la norme NF P 98-522 [8].

L'appareil utilisé est le colorimètre à filtres MINOLTA CR 231 à arc xénon, dans la géométrie  $45^\circ/0^\circ$  sous illuminant normalisé D 65 [11] ;

On détermine ainsi les grandeurs :

- $Y$ , facteur de luminance,
- $x$  et  $y$ , coordonnées de chromaticité qui permettent de représenter le point de couleur dans le diagramme de chromaticité [12].

### Mesures préalables sur le film de référence

Afin d'évaluer l'hétérogénéité éventuelle du film de référence en couleur et en rétroréflexion, chaque échantillon a fait l'objet de mesures à l'aide d'un gabarit (fig. 2).

Exemple pour l'échantillon A1

Limites de la surface  
sérigraphiée 300 x 200

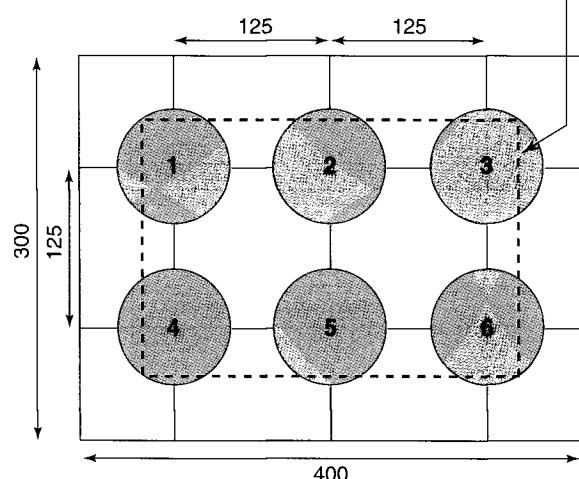


Fig. 2 - Gabarit pour la mesure de couleur et de rétroréflexion sur un échantillon individuel (cotes en mm).

Ce même gabarit est utilisé dans la suite de l'expérimentation pour réaliser les mesures de même type, après avoir procédé à la réalisation des sérigraphies.

Au total 900 mesures individuelles de rétroréflexion (tableau I) et de couleur (tableau II) ont été réalisées, ce qui, après avoir procédé à une exploitation statistique (moyenne, écart type et coefficient de variation), fait apparaître la bonne homogénéité du film de référence utilisé pour l'étude.

Pour le coefficient de rétroréflexion, les moyennes par bande sont comprises entre 96 et  $110,3 cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$  avec des écarts types compris entre 2,17 et 3,4 et des coefficients de variation compris entre 2 % et 3,24 %. Pour le facteur de luminance lumineuse  $Y$ , dans les mêmes conditions, les moyennes par bande sont comprises entre 44 et 45,5 avec des écarts types compris entre 0,39 et 0,45 et des coefficients de variation compris entre 0,89 % et 1,01 %.

TABLEAU I  
Dispersion des valeurs de la rétroréflexion  
sur le film rétroréfléchissant blanc de classe I de référence

Repères des bandes	Bande A		Bande B		Bande C	
Nombre d'échantillons	50		50		50	
Nombre de mesures	300		300		300	
Repères	$A_{1-2-3}$	$A_{4-5-6}$	$B_{1-2-3}$	$B_{4-5-6}$	$C_{1-2-3}$	$C_{4-5-6}$
Nombre de mesures	150	150	150	150	150	150
Moyennes de la rétroréflexion $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$	96	105	109,9	110,3	107,5	103,2
Écart type de la rétroréflexion	2,17	3,40	2,20	2,30	2,29	2,80
Coefficient de variation de la rétroréflexion (%)	2,25	3,24	2	2,08	2,13	2,70

TABLEAU II  
Dispersion des valeurs des caractéristiques colorimétriques  
du film rétroréfléchissant blanc de classe I

Repères des bandes	Bande A		Bande B		Bande C		
Nombre d'échantillons	50		50		50		
Nombre de mesures	300		300		300		
Repères	$A_{1-2-3}$	$A_{4-5-6}$	$B_{1-2-3}$	$B_{4-5-6}$	$C_{1-2-3}$	$C_{4-5-6}$	
Nombre de mesures	150	150	150	150	150	150	
Y facteur de luminance	moyenne	45,5	44,9	44	44,2	44,4	
	écart type	0,45	0,45	0,39	0,43	0,43	0,45
	coefficient de variation %	0,99	1	0,89	0,97	0,96	1,01
x coordonnée de chromaticité	moyenne	0,315	0,315	0,316	0,316	0,315	
y coordonnée de chromaticité	moyenne	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337	

## Déroulement de l'expérimentation

L'expérimentation engagée consiste à réaliser des séigraphies en deux étapes :

➤ en respectant les valeurs des paramètres d'application recommandées par le fournisseur des produits, ce qui permettra de dégager les références au niveau des critères retenus (couleur, rétroréflexion et épaisseur d'encre) ;

➤ en faisant varier les paramètres d'application, entre des limites sensiblement différentes des valeurs recommandées mais acceptables pour la mise en œuvre du produit.

On a étudié l'influence de la variation de chacun de ces paramètres sur les principaux critères que sont la rétroréflexion et la couleur, mais on a aussi pris en compte l'épaisseur d'encre appliquée dont ils dépendent.

### Conditions d'application et de séchage

Pendant toute la durée des applications séigraphiques, l'environnement de l'atelier a été suivi

en température et en hygrométrie avec un enregistreur à tambour journalier. La température a été de  $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  et l'hygrométrie de 42 %  $\pm 2\%$ .

Les échantillons sont disposés après application sur clayettes métalliques, puis séchés en étuve à  $70^{\circ}\text{C}$  pendant une heure (durée nécessaire pour obtenir le séchage complet).

### Séigraphies réalisées en respectant les valeurs de référence des paramètres d'application

#### Valeurs de référence des paramètres d'application

*Viscosité de l'encre utilisée ( $\eta_0$ ),  
exprimée en centipoise*

Elle correspond à la viscosité de l'encre prête à l'emploi, en théorie 1 000 cP à  $20^{\circ}\text{C}$  ; dans le cadre de l'expérimentation 1 025 cP à  $22^{\circ}\text{C}$ .

### *Maillage d'écran ( $M_0$ )*

Un maillage d'écran est défini par le nombre de fils au centimètre et est affecté d'une lettre qui en précise la qualité (**HD** - qualité Heavy Duty, **S** - qualité légère pour cas Spéciaux, **M** - qualité Moyenne, **T** - qualité moyenne normalement utilisée pour Textiles). Le maillage ( $M_0$ ) préconisé est de 62T ; en tissu polyester monobrin blanc. La tension de l'écran pour les essais est comprise entre 17N et 20N en traction (valeurs relevées lors de la mise en tension des écrans sur les cadres).

### *Affûtage de la raclette ( $Af_0$ )*

Il est donné par la qualité de l'affûtage obtenu avec une raclette en VULCOLAN, de dureté 75 Shore, neuve et rectifiée.

Pour l'étude, la raclette a une longueur de 360 mm ; cette longueur excède donc de chaque côté de 80 mm le motif sérigraphié.

### *Angle de tirage ( $\alpha_0$ )*

C'est l'angle de 75 grades formé entre la raclette et le cadre de l'écran.

### *Encrage ( $D_0$ )*

C'est l'opération qui consiste à napper d'encre le tissu de l'écran en une passe de remplissage et à réaliser consécutivement le tirage, c'est-à-dire l'impression du film.

### *Hors contact ( $Hc_0$ )*

C'est le réglage de hauteur qui a été sélectionné pour que l'écran se décolle de la face sérigraphiée après le passage de la raclette, généralement de l'ordre de 6 à 10 mm. Dans le cas présent, il n'a pas pu être mesuré.

### *Vitesse de tirage ( $V_0$ )*

C'est la vitesse sélectionnée pour l'application, qui correspond à une vitesse de 17,5 cm/s.

### *Pression ( $P_0$ )*

C'est la pression répartie sur la longueur de la raclette et définie à partir du hors contact.

### ***Valeurs de référence des critères***

Les références ont été déterminées à partir de 19 échantillons.

### *Rétroréflexion*

On a évalué précédemment l'homogénéité de la rétroréflexion du film de référence. Pour chaque mesure élémentaire ( $A_1$ ,  $A_2$  ...) du film de réfé-

rence, les valeurs du coefficient de rétroréflexion diffèrent toutefois légèrement à chaque point de mesure d'un même échantillon. Dans la suite de l'étude, et pour rendre comparables les mesures réalisées sur les sérigraphies rouges, et s'affranchir des légères variations relevées sur le film de référence, on utilise le rapport R :

$$R = \frac{R' \text{ rouge}}{R' \text{ blanc}} \times 100$$

- avec  $R'$  rouge : valeur du coefficient de rétroréflexion du système rétroréfléchissant, en  $\text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ,
- et  $R'$  blanc : valeur du coefficient de rétroréflexion du film de référence en  $\text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Pour ce système rétroréfléchissant, la valeur moyenne de ce rapport R est égale à 19,5. La figure 3 présente les variations de R.

### *Couleur*

Les résultats obtenus ont pour valeur moyenne :

$$\begin{aligned}x_0 &= 0,647 \\y_0 &= 0,336 \\Y_0 &= 8,08\end{aligned}$$

Ces valeurs sont prises comme référence ; la figure 4 montre les variations des coordonnées chromatiques ( $x_0$ ,  $y_0$ ) et du facteur de luminance lumineuse  $Y_0$ .

### *Épaisseurs d'encre des sérigraphies réalisées*

L'épaisseur sèche d'encre déposée sur chaque échantillon de film est calculée à partir de pesées réalisées avant et après l'application de l'encre à l'aide des relations suivantes :

➤ Pour le dosage sec ( $\text{g/m}^2$ ) :

$$D_S = \frac{P_2 - P_1}{S}$$

avec :

- $P_2$  = poids du film sérigraphie après séchage de l'encre en grammes,
- $P_1$  = poids du film RR avant sérigraphie en grammes,
- $S$  = surface sérigraphiée en  $\text{m}^2$ .

➤ Pour l'épaisseur sèche ( $\mu\text{m}$ ) :

$$E = \frac{D_S}{\rho}$$

avec :

- $D_S$  = dosage sec en  $\text{g/m}^2$ ,
- $\rho$  = masse volumique du film en  $\text{mg/ml}$  selon la norme **NF T 30-085**.

La figure 5 présente les variations de l'épaisseur E. L'épaisseur moyenne sèche vaut 12,6  $\mu\text{m}$  pour une viscosité d'encre de 1 025 cP à la température de 22 °C.

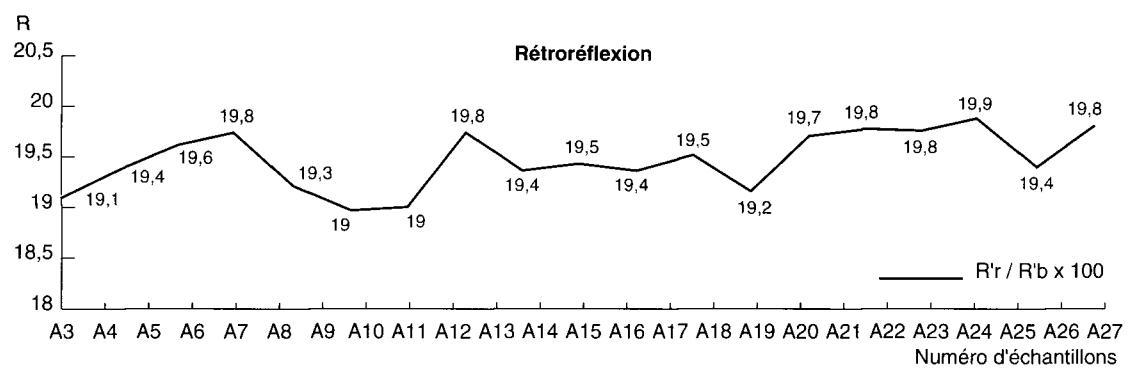


Fig. 3 - Représentation des variations du rapport  $R$  des coefficients de rétroréflexion après application de l'encre des divers échantillons.

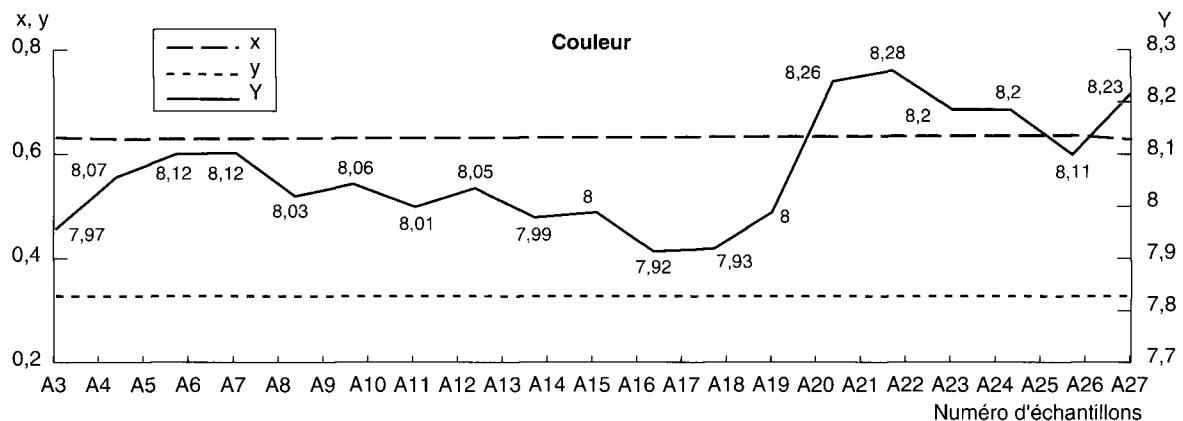


Fig. 4 - Représentation des variations du facteur de luminance lumineuse ( $Y$ ) et des coordonnées de chromaticité ( $x$ ,  $y$ ) des divers échantillons.

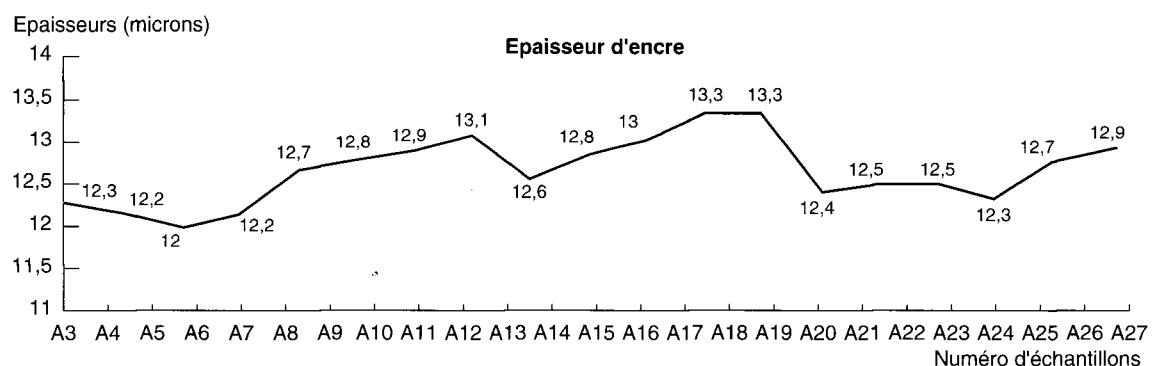


Fig. 5 - Représentation des variations de l'épaisseur de l'encre appliquée sur les divers échantillons.

### Applications en faisant varier les paramètres

Les variables appliquées aux différents paramètres sont regroupées dans le tableau III.

### Résultats obtenus

La qualité des sérigraphies est évaluée par les deux critères principaux de qualité connus que

sont la rétroréflexion et la couleur, mais aussi par les épaisseurs d'encre appliquées, ces trois facteurs étant fortement liés entre eux.

Les figures 6 à 9 présentent l'incidence que peut avoir chaque paramètre étudié sur ces trois critères ; la valeur de référence de chacun de ces critères est représentée par un carré.

TABLEAU III  
Valeurs des variables appliquées aux différents paramètres

Paramètres	Nombre de variables	Variables	Commentaires
Viscosité de l'encre	3	$\eta_1 = 825 \text{ cP}$	Dilution de la viscosité de référence $\eta_0$ par ajout de diluant (5 % en poids).
		$\eta_2 = 480 \text{ cP}$	Dilution de la viscosité de référence $\eta_0$ par ajout de diluant (15 % en poids).
		$\eta_3 = 1300 \text{ cP}$	Concentration de la viscosité de référence $\eta_0$ par évaporation (conditionnement ouvert 24 h).
Maillage de l'écran	2	$M_1 = 77 \text{ T}$	Maillage plus fin que le maillage préconisé ( $M_0 = 62 \text{ T}$ ).
		$M_2 = 90 \text{ T}$	Maillage nettement plus fin que le maillage préconisé ( $M_0 = 62 \text{ T}$ ).
Qualité de l'affûtage	1	$Af_1$	Raclette nécessitant un réaffûtage.
Angle de tirage	1	$\alpha_1 = 95 \text{ degrees}$	Valeur maximale possible de réglage de l'angle.
Double encrage	2	$D_1$	Impression double avec nappage simple.
		$D_2$	Impression double avec nappage double.
Hors contact	8	non chiffrées	Huit essais encadrent le hors contact de référence, en diminuant ou en augmentant de 2 mm ce hors contact au pas de 0,25 mm.
Vitesse de tirage	4	de 4,5 cm/s à 24,8 cm/s	Deux vitesses inférieures et deux vitesses supérieures à la vitesse de référence $V_0$ .
Pression	5	non chiffrées	Deux essais à une pression inférieure à la référence $P_0$ (repère 8 sur les vis micrométriques de réglage) et trois à une pression plus forte (échelonnement des repères de 5 à 11).

### Influence de la viscosité de l'encre (fig. 6)

#### Rétroréflexion

La rétroréflexion augmente lorsque la viscosité de l'encre diminue. Dans le cadre de l'expérimentation, en diluant l'encre à 15 % en poids ( $\eta_2 = 480 \text{ cP}$ ), le rapport R atteint 21,7, soit une augmentation de 11,2 % par rapport à la valeur de référence.

On constate par ailleurs que les sériographies réalisées à partir d'un conditionnement laissé ouvert 24 h à une température d'environ 21 °C, conduisent à une diminution de la rétroréflexion de 10,9 % :  $\eta_2 = 1300 \text{ cP}$ ,  $R = 17,4$ .

Globalement, dans les conditions extrêmes de l'expérimentation, l'amplitude de variation constatée est de l'ordre de 22 %.

#### Couleur

La viscosité de l'encre a surtout une incidence directe sur le facteur de luminance Y. Pour une dilution par ajout de 5 % en poids de solvant (diminution de la viscosité), on constate un éclaircissement de la couleur de 5 % ; pour une dilution de 15 %, c'est un éclaircissement de 10 % qui est relevé. Dans le cas où l'on concentre de l'encre (augmentation de la viscosité) l'assombrissement

de la couleur est de 3 %. La perte de solvant n'a pas été déterminée.

#### Épaisseur de l'encre

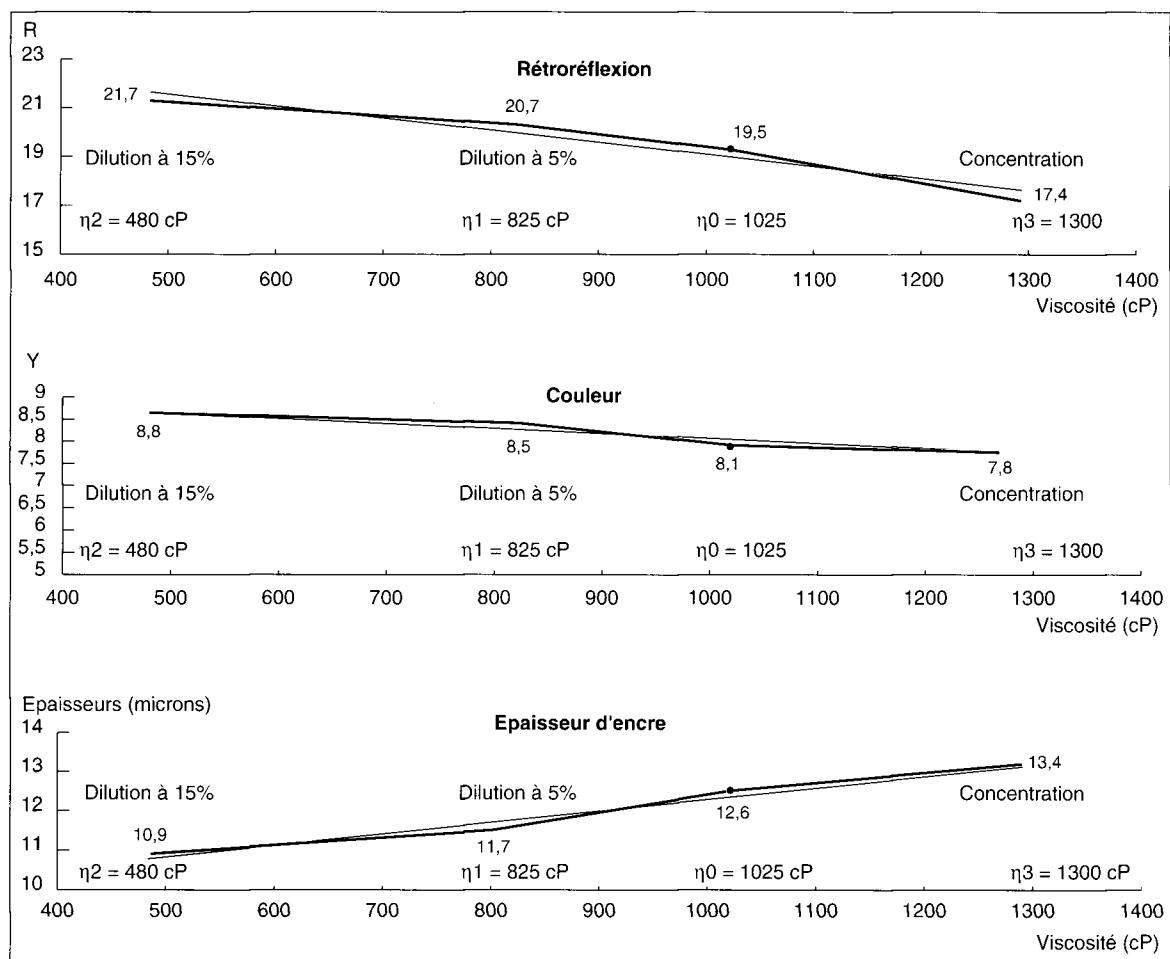
L'épaisseur de l'encre sèche est fortement influencée par la viscosité de l'encre liquide appliquée ; quand la viscosité d'application diminue, l'épaisseur d'encre déposée augmente ; ainsi, dans les conditions de l'étude, elle varie de 10,9 µm (dilution à 15 % et viscosité  $\eta_2$  de 480 cP) à 13,4 µm (pot ouvert et viscosité  $\eta_3$  de 1 300 cP), ce qui conduit à une variation globale de l'épaisseur de 20 %.

### Influence du maillage des tissus (fig. 7)

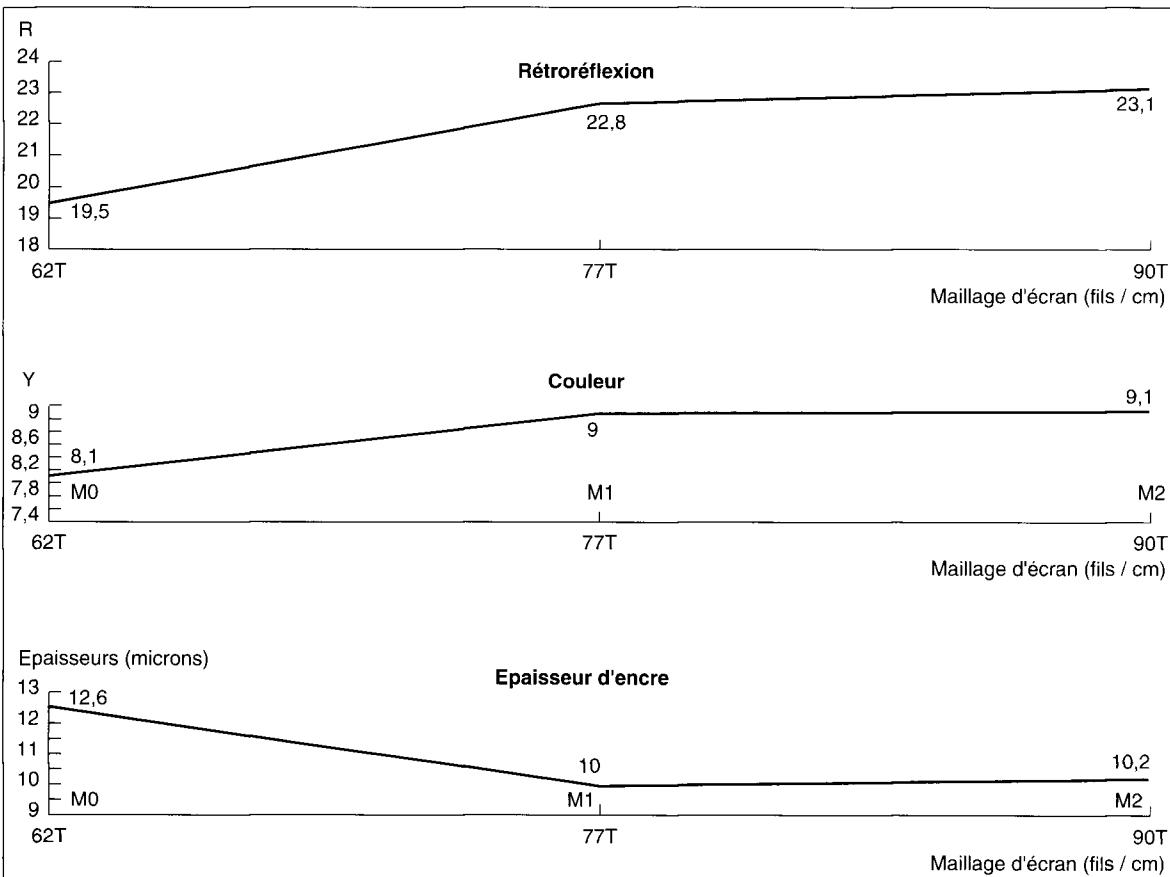
L'utilisation d'un écran comportant un maillage plus fin que le maillage de référence conduit à appliquer des quantités, donc des épaisseurs sèches déposées plus faibles.

Pour l'encre utilisée à sa viscosité normale d'emploi (1 025 cP), on constate qu'il n'y a pas de différence significative avec l'usage des maillages 77T et 90T. On obtient donc pour la rétroréflexion une augmentation de 17 %, pour la couleur un éclaircissement d'environ 12 %, et, pour l'épaisseur d'encre, une diminution de 2,5 µm ce qui se traduit par une diminution de l'épaisseur de référence de l'encre d'environ 20 %.

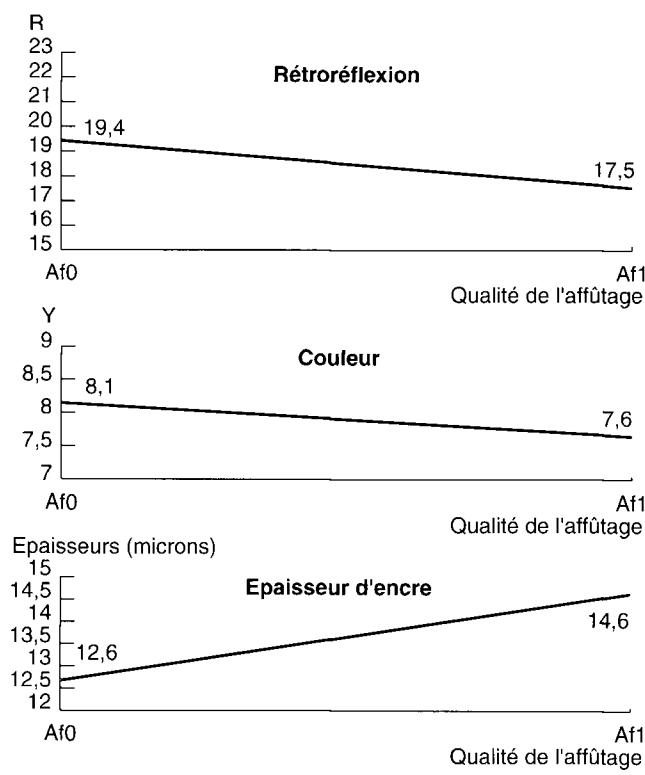
**Fig. 6 - Influence de la viscosité de l'encre liquide sur la valeur des critères de rétroréflexion et de couleur et sur l'épaisseur d'encre**



**Fig. 7 - Influence du maillage du tissu des écrans sériographiques sur les critères de rétroréflexion et de couleur et sur l'épaisseur d'encre**



**Fig. 8 - Influence de la qualité de l'affûtage de la raclette sur les critères de rétroréflexion et de couleur et sur l'épaisseur d'encre**



### Influence de la qualité de l'affûtage de la raclette (fig. 8)

L'utilisation d'une raclette usagée conduit à une épaisseur d'encre déposée plus importante, ce qui se traduit par, pour les trois critères :

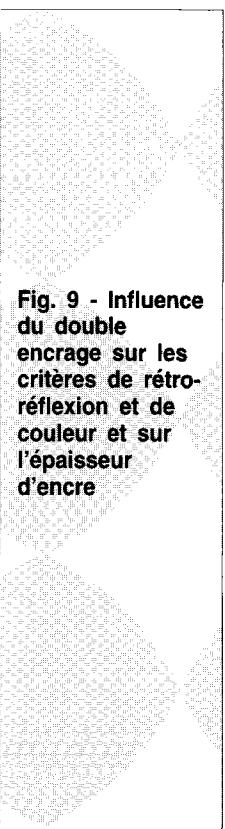
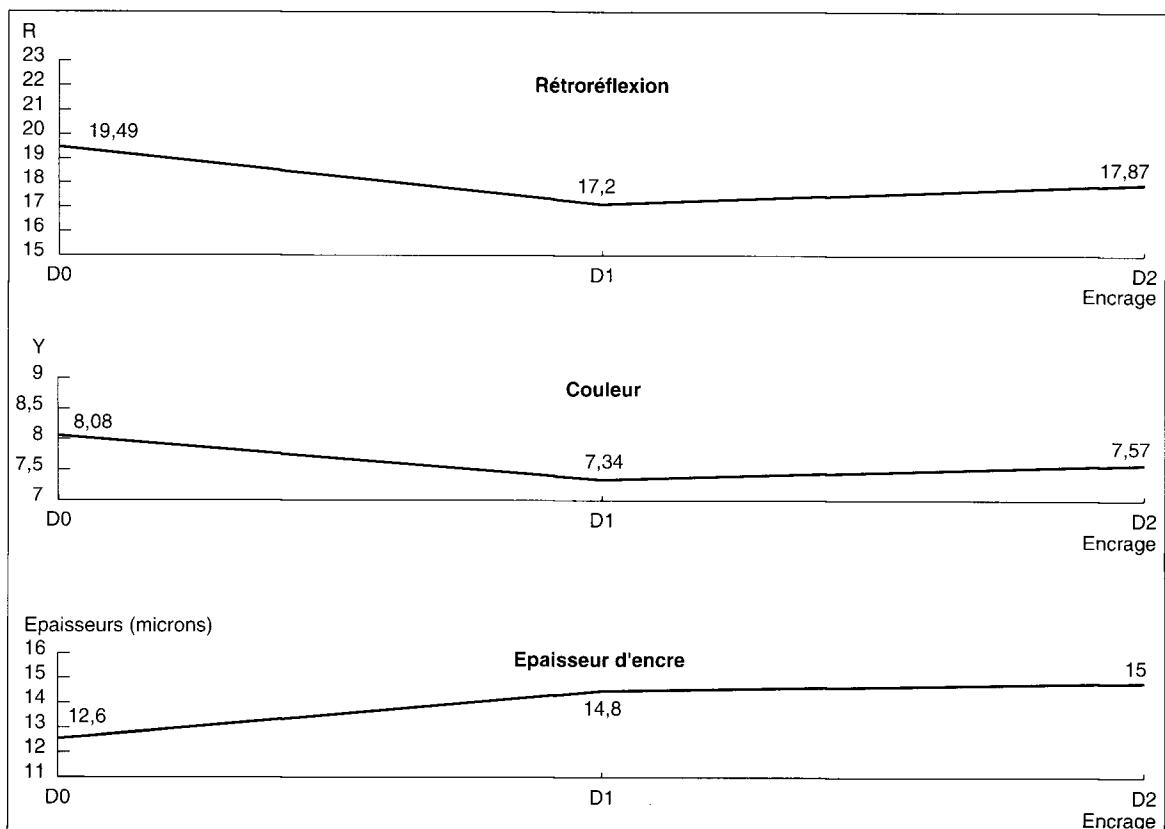
- rétroréflexion, une diminution d'environ de 11 %,
- couleur (Y), un assombrissement de la teinte d'environ 6 %,
- épaisseur d'encre, un accroissement de l'épaisseur de 2 µm.

Par ailleurs, on constate que l'utilisation d'une raclette usagée crée un défaut d'aspect : les fils de trame des mailles de l'écran apparaissent en surface des sérigraphies.

### Influence de la pratique du double encrage (fig. 9)

L'impression double réalisée avec nappage simple ( $D_1$ ) ou double ( $D_2$ ) de l'écran conduit aux variations suivantes :

- rétroréflexion, une diminution d'environ 10 %,
- couleur (Y), un assombrissement d'environ 6 %,
- épaisseur d'encre, un accroissement de l'épaisseur déposée d'environ 19 %.



**Fig. 9 - Influence du double encrage sur les critères de rétroréflexion et de couleur et sur l'épaisseur d'encre**

Pour les autres paramètres examinés tels que le hors contact, la vitesse de tirage et la pression sur l'écran, aucune influence significative n'a été mise en évidence sur la rétroréflexion, la couleur et l'épaisseur d'encre ; en revanche, ils génèrent fréquemment des défauts visuels en surface des sérigraphies tels que :

- fils de trame des mailles de l'écran visibles en surface des sérigraphies, pour l'angle de tirage,
- manque de netteté du contour des sérigraphies pour le hors contact,
- apparition de points de répulsion à la plus faible vitesse envisagée (4,5 cm/s).

Concernant l'angle de tirage (95 grades), on note en plus que la rétroréflexion augmente de 10 %, la couleur (Y) s'éclaircit légèrement (4 %) et l'épaisseur d'encre n'est pas modifiée.

## Conclusion

Cette étude menée en laboratoire à partir d'une encre rouge monocomposant appliquée sur un film rétroréfléchissant de classe I permet de préciser les principaux paramètres qui ont une incidence sensible sur la qualité finale des sérigraphies. Les effets ont été mesurés par les épaisseurs d'encre et les deux critères essentiels que sont la rétroréflexion et la couleur pour la sécurité des usagers.

Dans les conditions de l'étude, les paramètres dont l'influence est la plus sensible sont :

- pour la rétroréflexion : la viscosité de l'encre (amplitude de variation de l'ordre de 22 %) et le maillage d'écran (amplitude de variation de l'ordre de 17 %), le double encrage et la qualité de l'affûtage de la raclette (variation de l'ordre de 10 %) ;

➤ pour la couleur : lorsque la viscosité de l'encre augmente et que le maillage de l'écran est plus fin (77T au lieu des 62T préconisés), le facteur de luminance, du fait d'une épaisseur d'encre appliquée plus faible, augmente d'environ 10 %.

Le double encrage et un mauvais affûtage de la raclette conduisent quant à eux à une diminution du facteur de luminance d'environ 6 % (couleur plus foncée car plus d'encre déposée).

Cette étude montre donc que la réalisation de sérigraphies de bonne qualité repose sur le respect strict des quelques règles élémentaires suivantes :

- se référer aux conditions d'application préconisées par les fournisseurs de produits, viscosité de l'encre et maillage d'écran, notamment ;
- proscrire la pratique du double encrage des films ;
- veiller à n'utiliser que des raclettes correctement affûtées.

Le respect de ces règles sera d'autant plus impératif que la valeur des critères mesurés, rétroréflexion et couleur, sera proche du minimum spécifié dans les normes.

Les autres paramètres tels que l'angle de tirage, le hors contact, la vitesse de tirage et la pression exercée sur l'écran semblent n'avoir aucune incidence sensible sur la qualité des sérigraphies vis-à-vis de la rétroréflexion et de la couleur, mais, mal contrôlés, ils peuvent générer des défauts d'aspect, fils de trame des mailles de l'écran visibles en surface des sérigraphies, manque de netteté du contour des sérigraphies et apparition de points de répulsion.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] PIGNER M., OSERET M. (1993), *Qualité de la signalisation, Sérigraphie des films rétroréfléchissants*, Étude et recherche des paramètres d'influence, compte rendu de travail, LROP, 22 pages.
- [2] SCHRAMM G. (1981), *Introduction à la viscosité pratique*, HAAKE Viscosimètres, 47 pages.
- [3] MARINIER S. (1988), *La Sérigraphie*, guide pratique, Eyrolles, 85 pages.
- [4] 3M France (1992), Fiche technique n° 865 M110, *Encres sérigraphiques série 1 700*, 4 pages.
- [5] INSR (1988), 11, *Sérigraphie*, guide pratique de ventilation, ED 711, Cahiers de notes documentaires, 130, 1<sup>er</sup> trimestre, 20 pages.
- [6] SST/Thal (1993), *L'impression à la Lyonnaise - Les tissus d'écrans*, documentation technique, 8 pages.
- [7] AFNOR NF P 98-528 (1991), *Signalisation routière verticale - Revêtements rétroréfléchissants*, Méthode d'essai pour la mesure du coefficient de rétroréflexion avec un rétroréflectomètre portable, 6 pages.

- [8] AFNOR NF P 98-522 (1991), *Signalisation routière verticale - Décors pour panneaux de signalisation*, Méthode d'essai pour la mesure des caractéristiques colorimétriques, 7 pages.
- [9] BRIQUET P., DESJARDIN F. (1987), Le Panolux nouveau est arrivé, *Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées*, 147, janvier-février, p. 102.
- [10] AFNOR FD X 08 - 002 - ICS 17.180.20 (1983), *Collection réduite des couleurs*, Désignation et catalogue des couleurs CCR, 15 pages.
- [11] Norme ISO / CIE 10526 (1991),  *Illuminants colorimétriques normalisés CIE*.
- [12] Publication CIE 17 - 4 (1987),  *International lighting vocabulary*, (4th edition).

## ABSTRACT

**Serigraphs of retroreflective films for traffic signs**

**Study of the influence of manufacturing parameters on final quality**

M. PIGNER

This paper presents a laboratory study into the parameters involved in the application of the serigraphic technique which influence retroreflection and the colour of sign faces.

The way variations in each of the parameters we have considered affects retroreflection and colour has been evaluated by using serigraphs produced in accordance with the product manufacturer's recommendations.

Interpreting the results, it is apparent that application parameters such as ink viscosity, the mesh size of the serigraphic screen, double inking and an inadequate edge on the squeegee all had a significant effect on the criteria which were measured; retroreflection could be affected by as much as 22% and the luminescence factor by as much as 10%.

For some retroreflective systems, whose retroreflection and colour values during certification were near the minimum specifications, such ranges of variation could lead to the manufacture of sub-specification products and poor road user perception of traffic signs.