



CANADA'S RAILWAYS

Réfléctorisation du matériel ferroviaire

Formation sur les exigences d'inspection des revêtements rétroréfléchissants

@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca



Railway Association
of Canada

Contexte

- Selon le règlement initial, les revêtements rétroréfléchissants des wagons et des locomotives devaient être remplacés dans les 10 ans suivant leur installation.
 - À l'époque, on ne connaissait pas leur véritable vie utile.
 - L'expérience démontre que cette mesure n'est pas toujours nécessaire pour assurer la sécurité.
 - Selon des examens sur le terrain de centaines de pièces, seul un petit nombre de revêtements doivent être remplacés dans ce délai.
- Transports Canada a approuvé une exemption à l'obligation de remplacer ces matériaux dans un délai de 10 ans.
 - Cette approbation se base sur des études exhaustives, sous réserve des exigences décrites dans cette présentation.
 - Cette décision est conforme à la tendance américaine.
- La version révisée du *Règlement sur la réflectorisation du matériel ferroviaire (Canada)* reflétera ces exigences.

Source des photos et des renseignements techniques

- Les photos qui figurent dans cette présentation et les renseignements techniques de l'annexe C proviennent de l'American Association of Railroads (AAR).

@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca



Qui est concerné?

Les employés qui doivent effectuer :

- l'inspection annuelle d'une locomotive;
- l'essai des freins à air d'un wagon individuel.

@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca

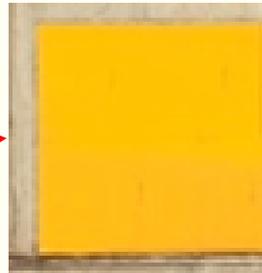
Quelle est ma responsabilité par rapport à la réflectorisation?

L'effet d'un nettoyage se révèle de manière spectaculaire avec une source lumineuse.

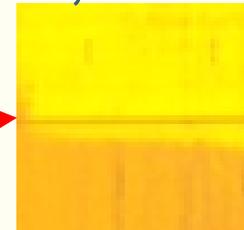
S'assurer que les revêtements rétro réfléchissants demeurent aussi sécuritaires que prévu.

1. Les revêtements rétro réfléchissants doivent être nettoyés.
2. Chaque revêtement du wagon ou de la locomotive doit être examiné avec une source lumineuse à la même distance, de préférence 4,5 m.

Portion supérieure
nettoyée, sans
source lumineuse.



Portion supérieure
nettoyée, avec
source lumineuse.

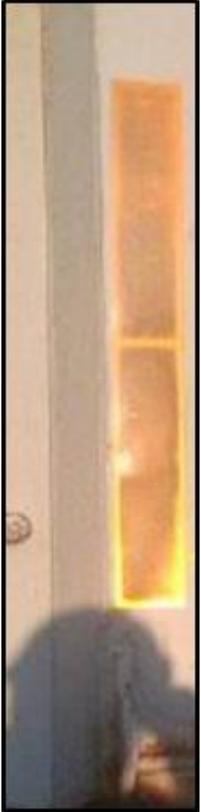


Que dois-je rechercher à l'inspection?

Des dommages qui nuisent aux propriétés réfléchissantes du revêtement.

- Faites un examen visuel avec une source lumineuse et vérifiez que le revêtement :
 - ne présente pas de défaillance interne;
 - n'est pas dans un état de détérioration critique (portions sombres qui ne reflètent pas la lumière);
 - n'est pas complètement obscurci.

Exemples de défaillance interne



- La performance des revêtements se dégrade généralement avec le temps. On voit ici un exemple de défaillance précoce.
- Cette dégradation n'est pas toujours évidente.



Détérioration du matériau

- Ces trois bandes se trouvaient côte à côte sur le même wagon-citerne.
- La valeur numérique représente le coefficient de rétro réflexion mesuré une fois les bandes nettoyées.



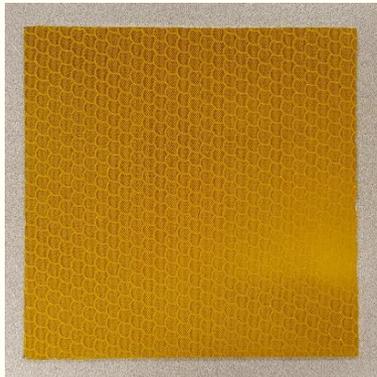
Que se passe-t-il si le revêtement rétroréfléchissant échoue la première inspection?

Il faut :

- soit le remplacer;
- soit le mettre à l'essai en suivant la procédure d'inspection de performance.

Panneau de référence

Pour effectuer une inspection de performance, on doit utiliser un panneau de référence dont le calibrage est valide.



Panneau de référence
Dimensions de 4 x 4 po et
coefficient de rétroreflexion calibré

Envers du panneau

Si ces renseignements ne figurent pas sur le devant, on trouvera sur l'envers la date de fabrication et le coefficient de rétroreflexion.

Pour qu'un panneau soit bien calibré, il doit avoir été fabriqué ou calibré il y a moins d'un an.

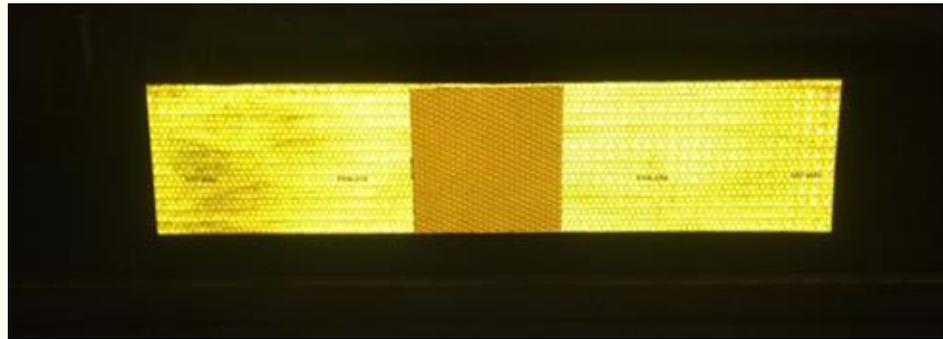
Procédure d'inspection de performance

1. Vérifier que le panneau de référence a été calibré il y a moins d'un an.
2. Choisir une distance qui pourra être maintenue pour l'inspection de tous les revêtements rétroréfléchissants du wagon ou de la locomotive.
3. Pour chaque revêtement rétroréfléchissant :
 - a) Placer le panneau au centre du revêtement.
 - b) Tenir la source lumineuse près des yeux, perpendiculairement au wagon ou à la locomotive.
 - c) Comparer l'intensité de la lumière réfléchi par le revêtement à celle du panneau.

Réussite de l'inspection de performance

Le panneau de référence est plus sombre que le revêtement.

Dans l'exemple suivant, le revêtement rétroréfléchissant du wagon ou de la locomotive est plus brillant que le panneau de référence.



@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca

Échec de l'inspection de performance

Le panneau de référence est plus brillant que le revêtement.

On voit ici que le revêtement rétroréfléchissant du wagon ou de la locomotive n'est pas aussi brillant que le panneau de référence.



@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

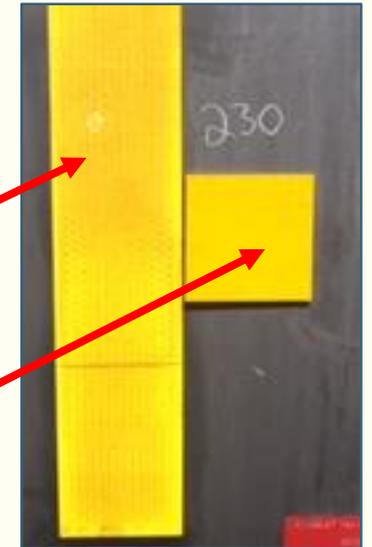
www.railcan.ca

Inspection de performance – Cas limite

Dans le doute, on estime que le revêtement a échoué l'inspection.

S'il est impossible de déterminer lequel du revêtement rétroréfléchissant ou du panneau de référence est le plus brillant, on considère que le revêtement a échoué l'inspection et qu'il doit être traité en conséquence.

Revêtement rétroréfléchissant
Panneau de référence



Exigences en cas d'échec de l'inspection

Si, pour plus de 20 % de la surface de la bande de revêtement rétroréfléchissant (surface standard de 4 x 18 po) :

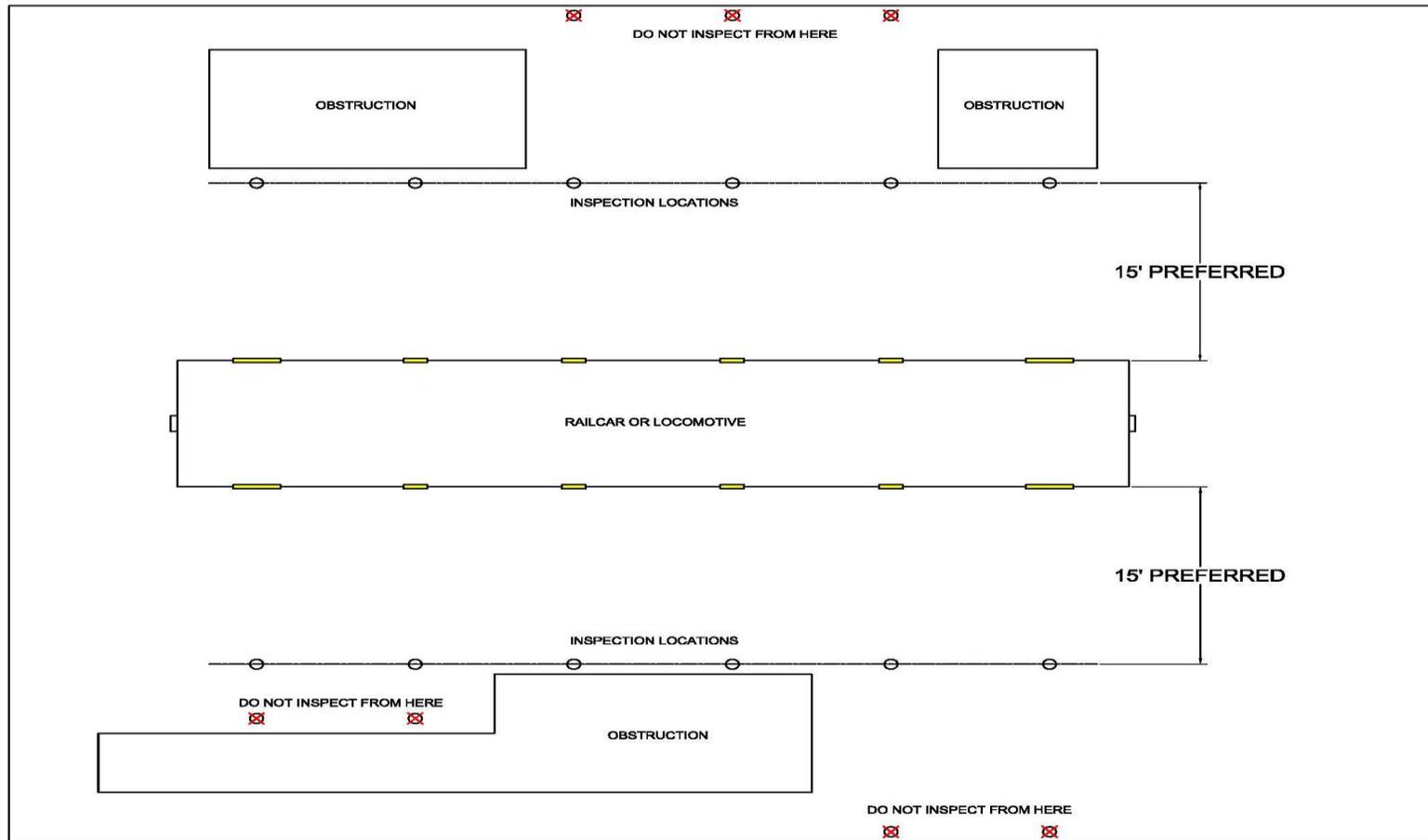
- soit il est impossible de discerner la différence d'intensité lumineuse réfléchiée par le revêtement et par le panneau de référence,
- soit le revêtement a un pouvoir réfléchissant inférieur à celui du panneau de référence,

Le revêtement échoue l'inspection et doit être remplacé (Why Made Code 1F – Does not meet minimum reflectivity levels).

Comment effectuer une comparaison optimale

- Il est préférable de s'éloigner le plus possible de l'équipement pour réduire au maximum l'influence de la position de l'inspecteur et de l'orientation de la source lumineuse.
- La comparaison sera plus prononcée dans un environnement sombre avec une source de lumière vive. Dans un endroit très éclairé, il peut être nécessaire d'utiliser une lampe de poche d'environ 800 lumens.
- L'angle d'observation devrait être presque perpendiculaire à la paroi latérale du matériel ferroviaire.
- La distance et l'angle d'observation devraient être constants pour une même paroi latérale afin de réduire les variations de calibration.
- Il est préférable de rapprocher le plus possible le panneau de référence du revêtement pour conserver un même angle d'observation (mesurant 4 x 4 po, le panneau de référence peut être placé au centre du revêtement).

Positionnement pour l'inspection



Annexes

- A – Réponses aux questions des employés
- B – Réponses aux questions des entreprises
- C – Contexte de l'étude de l'AAR
- D – Exemple d'instructions

Annexe A

Réponses aux questions des employés

@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca



Q1 : Doit-on examiner les revêtements rétro réfléchissants tous les mois?

R1 : Les revêtements des wagons peuvent être inspectés lors de l'essai des freins à air; ceux des locomotives, lors de l'inspection annuelle.

Q2 : Doit-on toujours utiliser le panneau de référence pour l'inspection?

R2 : Non. Si l'équipement réussit une première inspection réalisée par un inspecteur qualifié, il n'est pas nécessaire de procéder à une inspection de performance.

Q3 : Peut-on juger que la réflectivité est inadéquate sans utiliser le panneau de référence?

R3 : Oui. Si l'on constate lors de la première inspection que le revêtement rétro réfléchissant est défectueux, il faut soit le remplacer, soit procéder à une inspection de performance à l'aide du panneau de référence.

Q4 : Qu'entend-on par « défectueux »?

R4 : Un revêtement rétro réfléchissant est jugé défectueux s'il connaît une défaillance interne, s'il est dans un état de détérioration critique ou s'il est entièrement obscurci.

Q5 : Doit-on remplacer **tous** les revêtements rétro réfléchissants à la suite d'une inspection de performance?

R5 : Non. Selon l'exemption, seuls les revêtements dont au moins 20 % de la surface est défectueuse doivent être remplacés (au moins 80 % de leur surface doit être en bon état).

Annexe B

Réponses aux questions des entreprises

@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

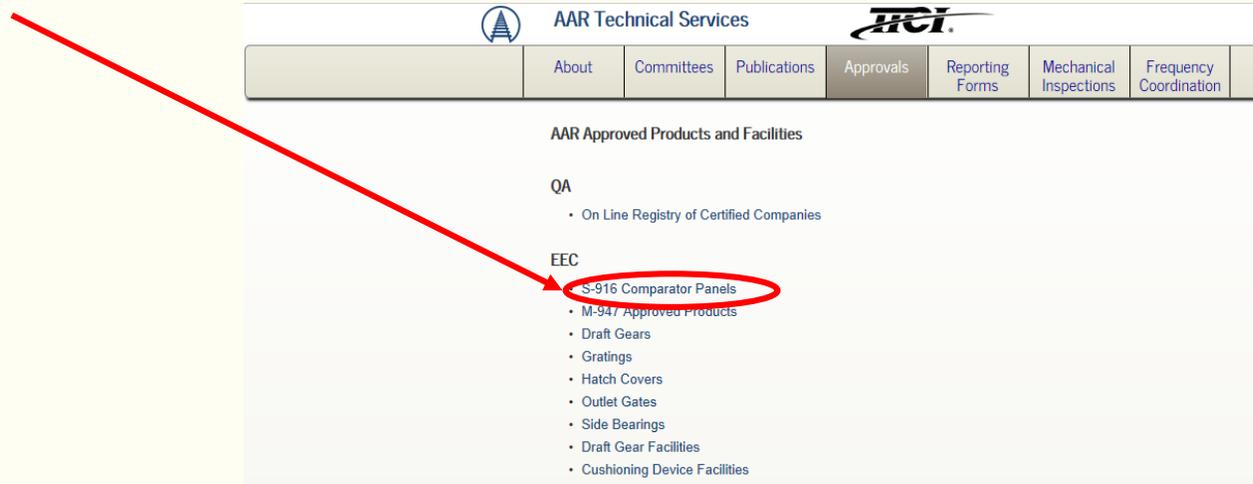
www.railcan.ca



Q1 : Où peut-on se procurer des panneaux de référence autorisés?

R1 : Les fournisseurs autorisés sont listés sur le site Web de l'AAR (sous **AAR Technical Services > Approvals**). Ils seront également ajoutés au site Web de l'ACFC.

<http://www.aar.com/standards/approvals.html>



@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca

Q2 : Quelle est la période de validité des panneaux de référence?

R2 : Ils doivent être remplacés ou recalibrés chaque année.

Q3 : Comment cette durée a-t-elle été déterminée?

R3 : Le calibrage annuel est basé sur les exigences typiques des contrôles qualité de l'AAR. Selon les experts, le calibrage pourrait être valide pendant 10 ans si le panneau n'est pas utilisé et s'il est correctement entreposé. Pour un panneau mal entretenu, la validité pourrait ne durer que quelques mois. Le panneau doit au minimum être calibré tous les ans, mais des calibrages plus fréquents pourraient être nécessaires si le panneau n'est pas bien entretenu.

Q4 : Qui peut calibrer les panneaux de référence?

R4 : Le fournisseur.

Q5 : La réglementation a-t-elle été modifiée pour couvrir ces exigences?

R5 : Pas pour le moment. L'exemption prévoit que la réglementation existante sera révisée conformément aux nouvelles exigences dans un délai de 10 mois. D'ici là, l'industrie doit respecter les exigences de l'exemption.

Q6 : Existe-t-il des exemples d'instructions destinées aux employés concernés afin d'assurer l'uniformité?

R6 : L'annexe D présente un exemple d'instructions à utiliser.

@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca

Q7 : Une entreprise peut-elle modifier les instructions de l'annexe D?

R7 : Oui, à condition qu'elle ne relâche pas les exigences de l'exemption.

Q8 : Cette présentation peut-elle être utilisée pour introduire les modifications?

R8 : Oui. La portion de cette présentation qui précède les annexes a été conçue pour faciliter le déploiement.

@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca



Annexe C

Contexte de l'étude de l'AAR

@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca



Contexte

- La partie 224 du règlement CFR 49 sur la réflectorisation exige actuellement que tous les matériaux rétroréfléchissants soient remplacés après 10 ans.
- L'AAR a obtenu de la Federal Railroad Administration (FRA) l'annulation de cette exigence en démontrant que la performance actuelle des matériaux permettait de conclure qu'ils dureraient bien plus de 10 ans.
- L'AAR a également avancé qu'un test de performance serait plus rentable et facile à mettre en application s'il était effectué en même temps que l'essai des freins à air des wagons ou que l'inspection annuelle des locomotives.
- La FRA a initialement levé pour 3 ans l'exigence de remplacement dans un délai de 10 ans. L'AAR devait en contrepartie utiliser cette période pour mettre au point une méthode d'inspection basée sur la performance.
- Tous les revêtements des wagons concernés par une clause d'antériorité seront remplacés, peu importe leur état.
- Le *Règlement sur la réflectorisation du matériel ferroviaire (Canada)* a été révisé conformément à la réglementation américaine.

Étude du Volpe Center

Le Volpe Center a déterminé que le niveau de visibilité minimum pour un pied carré de revêtement était de 45.

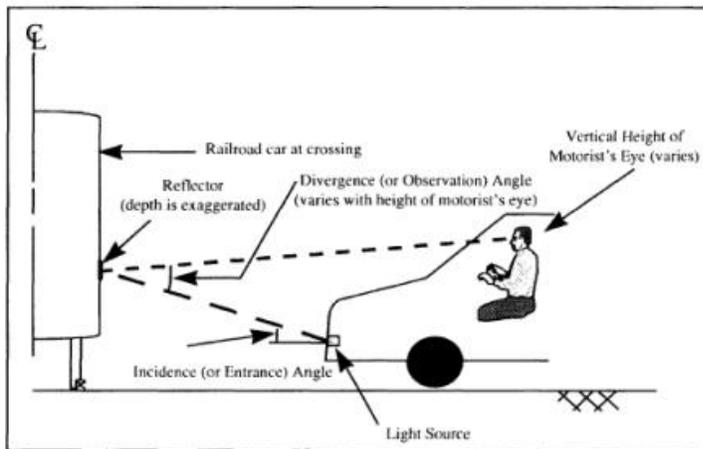
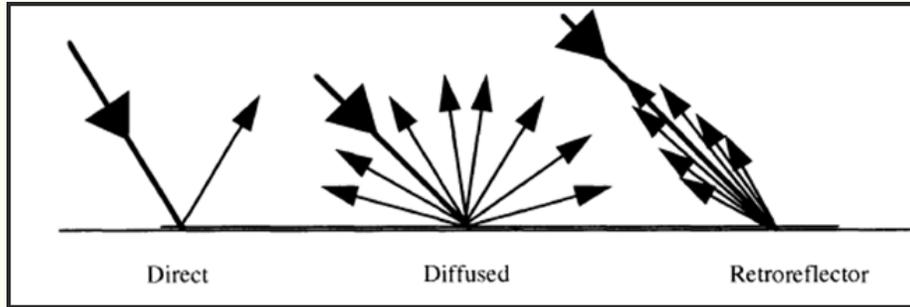


Figure 2-2. Graphical Representation of Incidence and Divergence Angles with Respect to a Railroad Freight Car (Not to Scale)

$$E_e = \frac{I_s A B t^{2d} W H}{d^4}$$

Équation basée sur la loi d'Allard :

E_e = Niveau de luminosité requis : $2,3 \times 10^{-6}$ pieds-bougies

d = Distance de détection requise : 500 pi

W = Transmittance du pare-brise : 0,70

H = Efficacité des phares : 0,85

I_s = Intensité des phares : 3000 cd (par phare)

t^{2d} = Transmittance atmosphérique : 0,945

B = Luminosité du revêtement

Selon cette équation, la luminosité du revêtement doit être d'environ

45 pieds-bougies

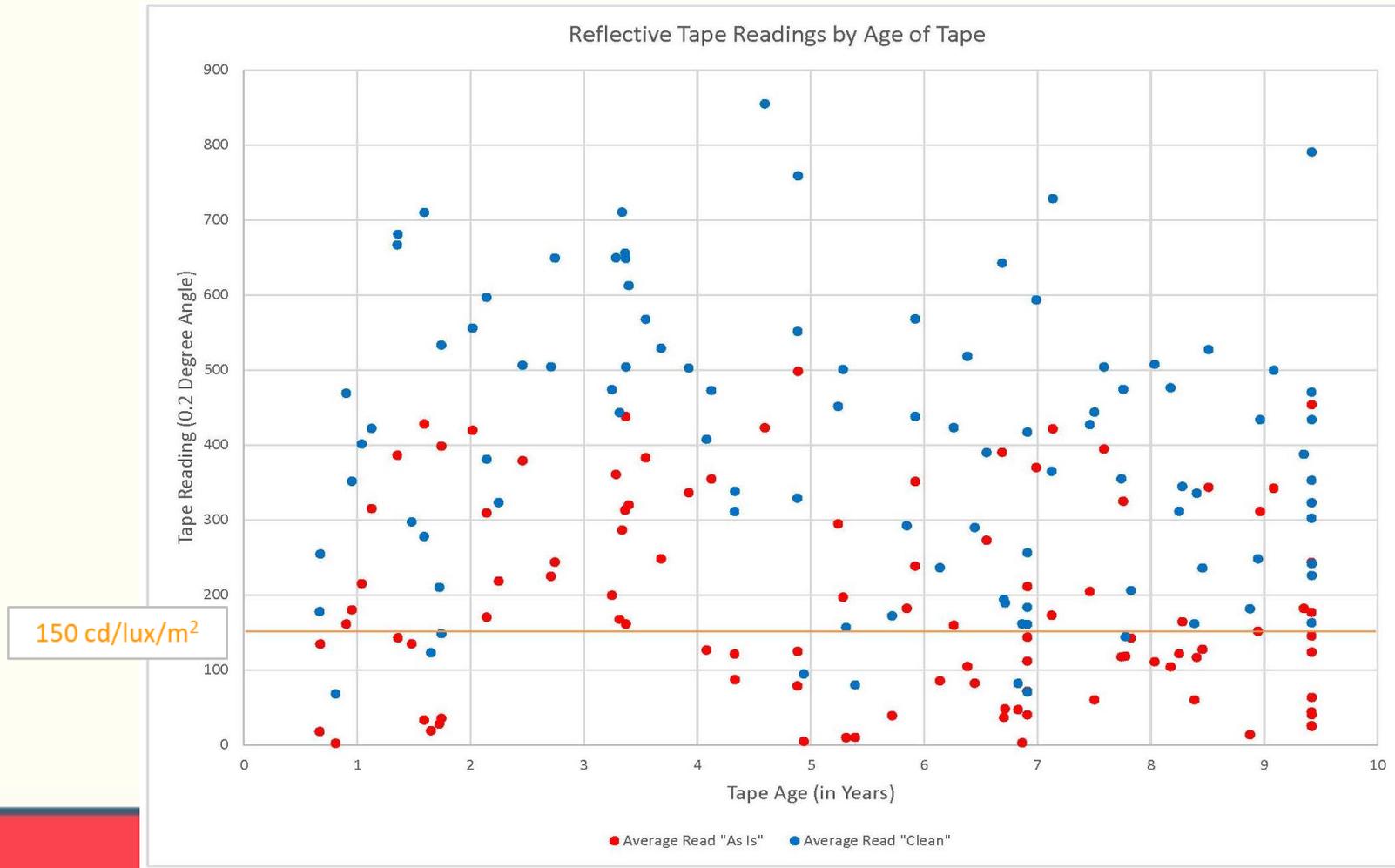
Qu'est-ce que le Volpe Center?

- Aussi appelé National Transportation Systems Center, le Volpe Center a pour mission d'améliorer les transports par la résolution des problèmes émergents et l'avancement des connaissances.
- Il fait partie du département des Transports américain et est entièrement financé par des commanditaires.
- Le Volpe Center collabore avec des organisations privées et publiques pour évaluer les besoins en transport et influencer la prise de décisions grâce à des analyses détaillées.

Conception des panneaux de référence

- L'AAR a mis au point un système semblable à celui utilisé pour les panneaux routiers (avec des panneaux de référence).
- Le panneau de référence de l'AAR tient compte du fait que les passages à niveau ne sont pas toujours perpendiculaires aux routes.
- 80 % des passages à niveau sont à un angle compris entre 60 et 90 degrés (selon le Volpe Center).
- Minimum requis (45 selon le Volpe Center)/(rapport de corrélation = réduction de l'angle d'éclairage de 0,4 à 30 degrés = (45 %) + coefficient de striction (cosinus de 30 degrés = 15 %) = minimum requis par l'AAR (115).
- L'AAR propose en outre de hausser le minimum à 150 afin de garantir de manière raisonnable que la performance minimale sera maintenue pour une certaine période après l'essai des freins à air du wagon ou l'inspection annuelle de la locomotive.
- Le coefficient de rétroréflexion des panneaux de référence se situera donc entre 150 et 170, car l'utilisation d'une plage de validité facilite la fabrication en série.

Minimum proposé par l'AAR



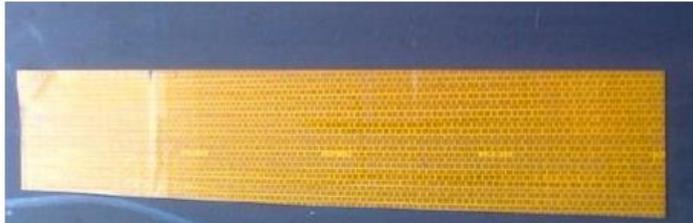
Identification des revêtements rétro réfléchissants

Veillez noter que pour pouvoir être utilisés et demeurer en service, tous les revêtements rétro réfléchissants doivent porter la mention « FRA 224 ».



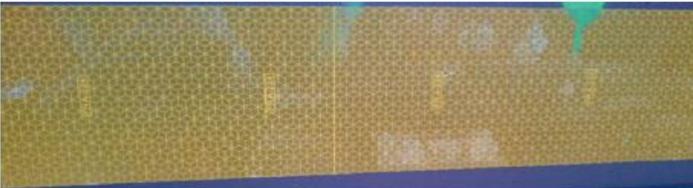
3M Product:

1. Diamond shaped pattern.
2. Wide Striped appearance when illuminated.
3. FRA-224 Stamp Lateral



Avery Dennison:

1. Rows of small squares.
2. FRA-224 Stamp Longitudinal.



Reflexite:

1. Overlaid Hexagon pattern.
2. FRA-224 Stamp Lateral.

Différents coefficients de rétro réflexion

Il est possible de distinguer à l'œil nu de subtiles différences dans la rétro réflectivité.



@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

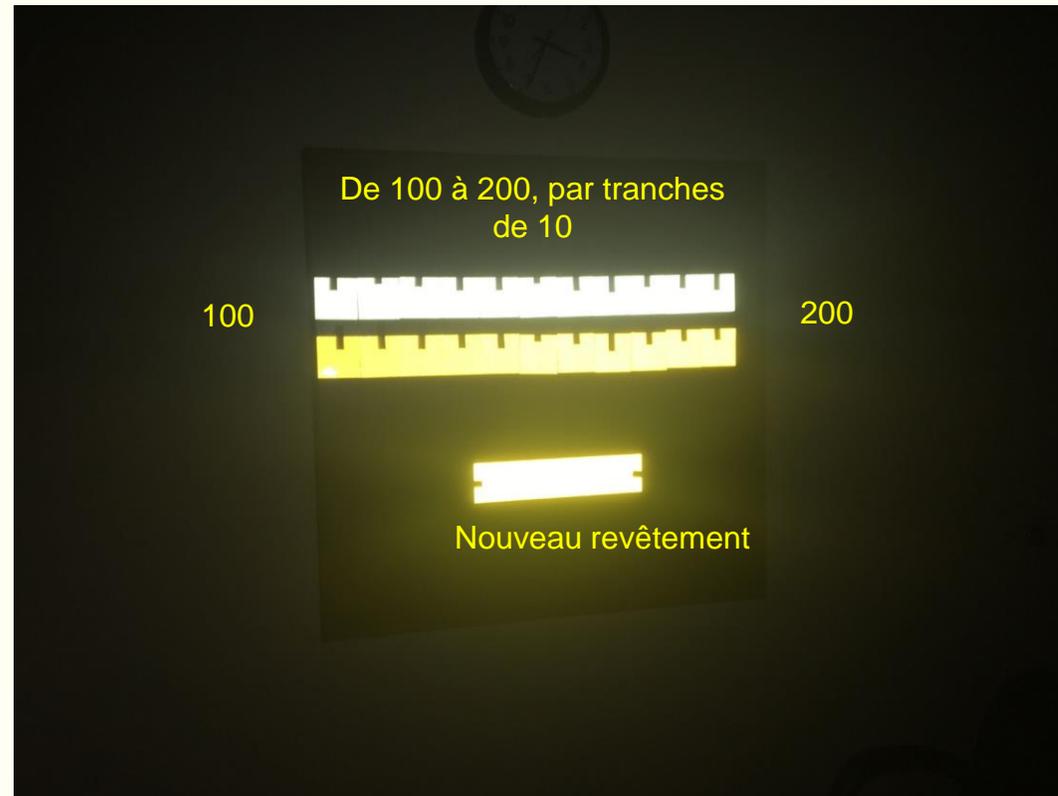
www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca

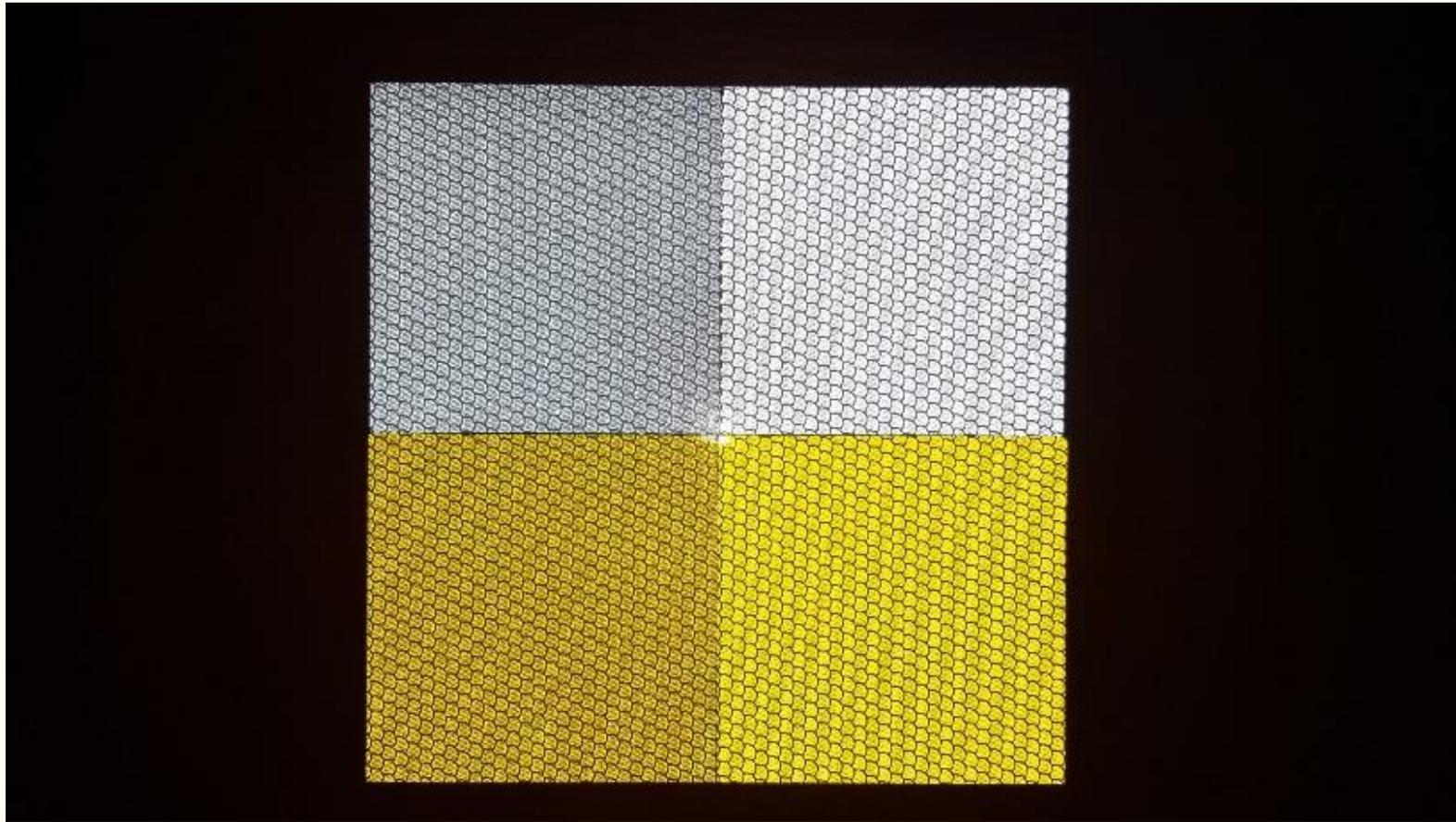


Différents coefficients de rétro réflexion (suite)

Une source de lumière trop vive peut estomper les différences et rendre la comparaison plus difficile.



Différence de 100 cd/lux/m² (comparaison entre 100 et 200)



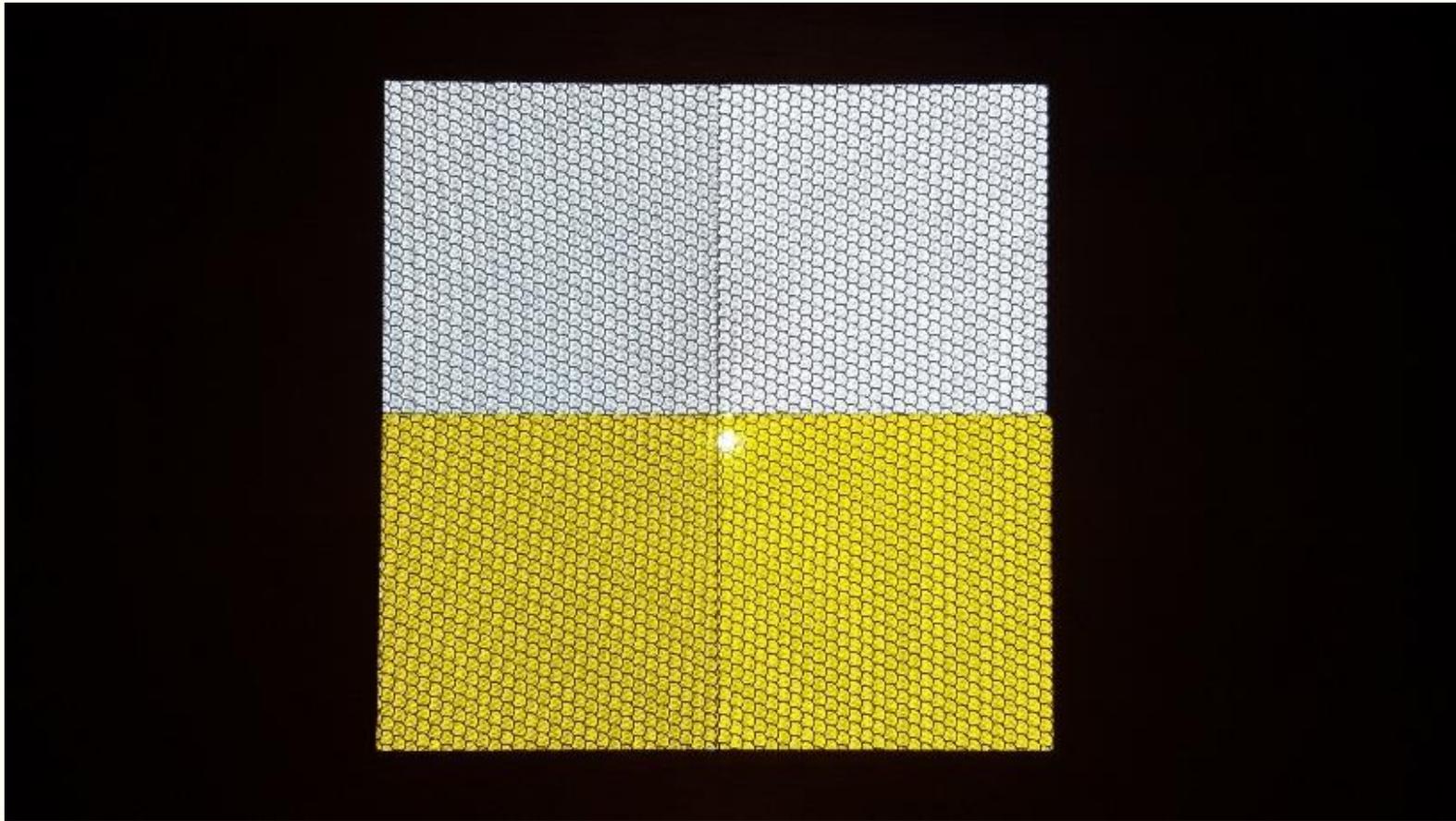
@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca

Différence de 50 cd/lux/m² (comparaison entre 150 et 200)



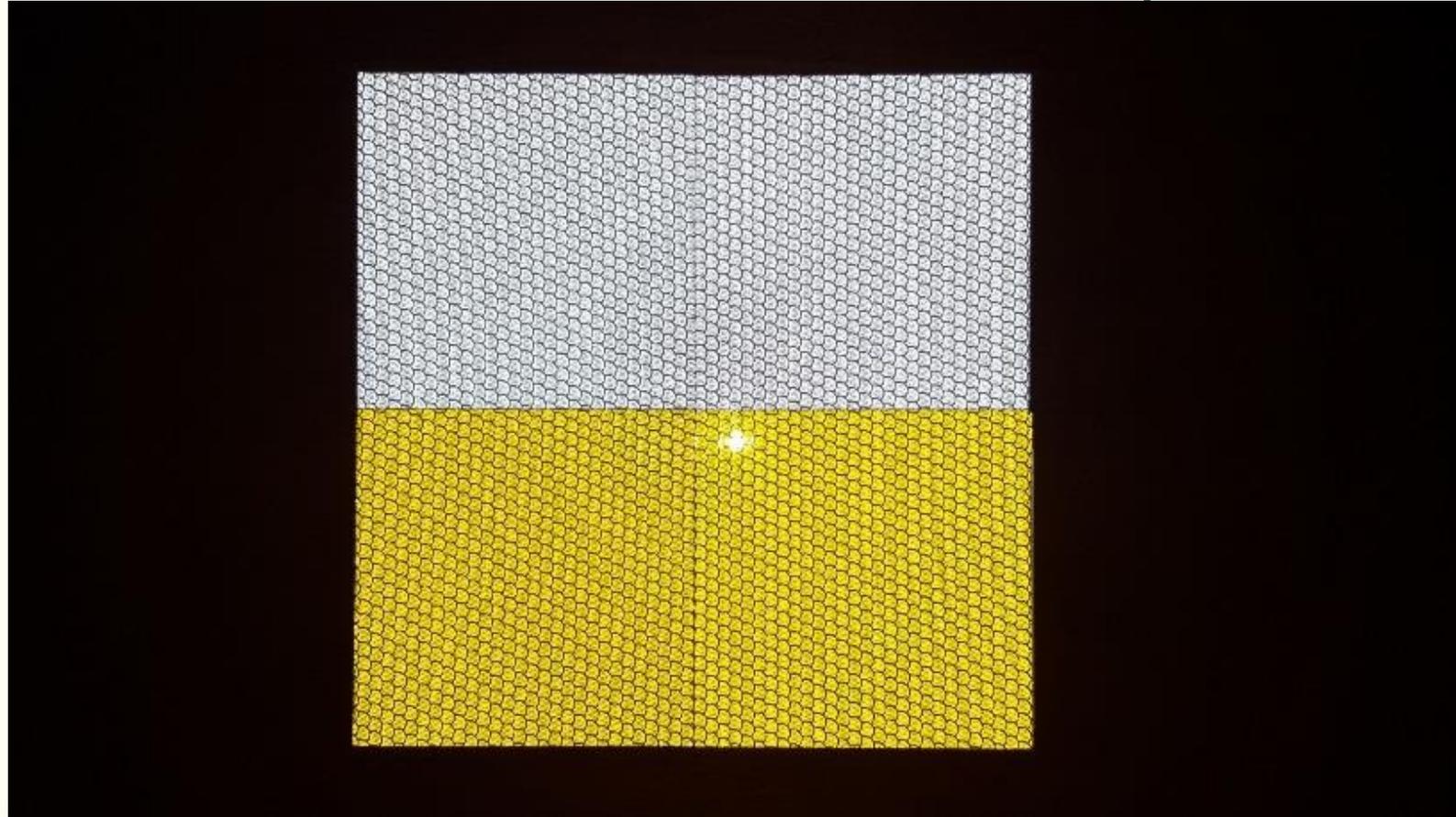
@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca

Différence de 20 cd/lux/m² (comparaison entre 150 et 170)



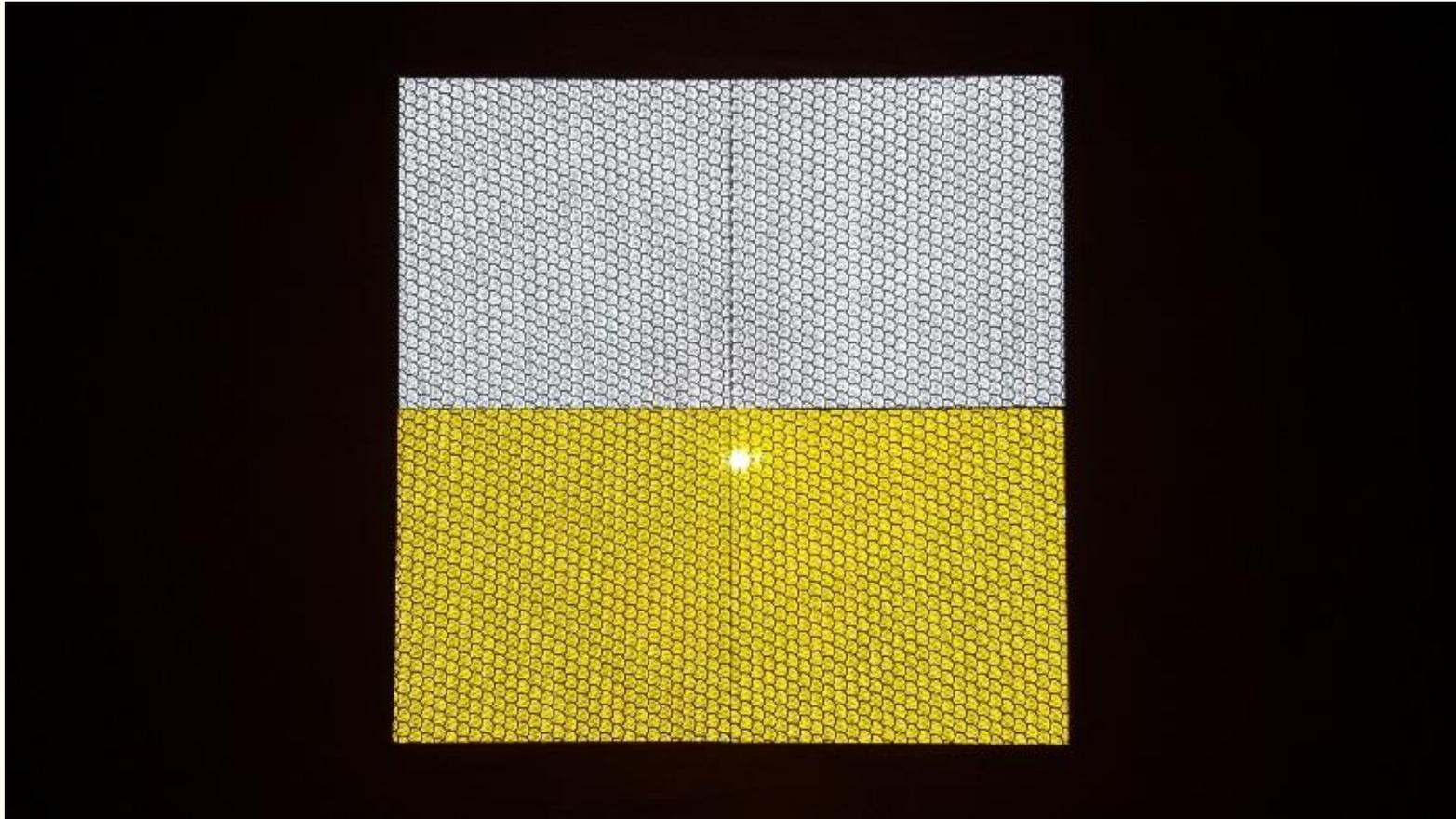
@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca

Différence de 10 cd/lux/m² (comparaison entre 150 et 160)



@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca

Annexe D

Instructions pour les employés

@RailCanada

www.facebook.com/RailCanada

www.linkedin.com/company/railway-association-of-canada

www.railcan.ca



Exemple d'instructions pour les employés

Procédure d'inspection des revêtements rétroréfléchissants

Première inspection

Les employés responsables de l'inspection annuelle des locomotives ou des essais de freins à air des wagons individuels doivent inspecter chaque revêtement rétroréfléchissant du wagon ou de la locomotive en procédant comme suit :

1. Nettoyer les revêtements rétroréfléchissants.
2. Examiner chaque revêtement du wagon ou de la locomotive avec une source lumineuse à la même distance, de préférence 4,5 m, pour vérifier que le revêtement :
 - a) ne présente pas de défaillance interne;
 - b) n'est pas dans un état de détérioration critique (portions sombres qui ne reflètent pas la lumière);
 - c) n'est pas complètement obscurci.
3. Remplacer tout revêtement qui échoue l'inspection ou procéder à une inspection de performance.

Inspection de performance

1. Vérifier que le panneau de référence a été fabriqué ou calibré il y a moins d'un an.
2. Choisir une distance qui pourra être maintenue pour inspecter tous les revêtements rétroréfléchissants du wagon ou de la locomotive.
3. Pour chaque revêtement :
 - a) Placer le panneau au centre du revêtement rétroréfléchissant.
 - b) Tenir la source de lumière près des yeux, perpendiculairement au wagon ou à la locomotive.
 - c) Comparer l'intensité de la lumière réfléchi par le revêtement à celle du panneau.
4. Si, pour plus de 20 % de la superficie du revêtement :
 - a) soit il est impossible de discerner la différence d'intensité lumineuse du revêtement et du panneau de référence,
 - b) soit le revêtement réfléchit moins de lumière que le panneau de référence,le revêtement rétroréfléchissant échoue l'inspection et doit être remplacé (Why Made Code 1F – Does not meet minimum reflectivity levels).