RAPPORT FINAL

INTENSITÉ LUMINEUSE DES PANNEAUX
À MESSAGES VARIABLES PUBLICITAIRES

INO 127668PM RFI N/A Rev.2

Présenté à :

Bruno Mathieu.ing.
Ministère des Transports du Québec (MTQ)
Direction des Structures, Service de l'Électrotechnique
930 Chemin Sainte-Foy, 2e étage
Québec (Québec) G1S 4X9

Préparé par :

Nathalie Blanchard
Sonia Verreault

Présenté par :

Pascal Bourqui
Responsable de projets

Approuvé par :

Yan Duval
Gestionnaire de programme
Fabrication avancée

Avril 2013

INO • 2740, rue Einstein, Québec (Québec) Canada G1P 4S4

Copyright INO - Confidentiel

Tous droits réservés. Aucune partie du présent document ne peut être reproduite ni enregistrée dans un système de recherche documentaire ni transmise de quelque manière ou par quelque moyen, y compris l'enregistrement, la photocopie, l'envoi par télécopieur, etc., sans l'approbation préalable par écrit de l'INO.

TABLE DES MATIÈRES

1 Introduction 3
2 Définitions 3
2.1 Grandeurs photométriques et principales unités de mesure [réf. 22] 3
2.2 Acronymes utilisés dans ce document 4
3 Revue de littérature 4
3.1 Méthodologie 4
3.2 Résumé des informations récoltées 5
3.2.1 Recommandations de l'OAAA 5
3.2.2 Les critiques 6
3.2.3 Recommandations de l'ICROL 8
3.3 Comparaison des intensités maximales recommandées 9
3.4 Comparaison avec d'autres applications routières 10
3.5 Discussion 11
4 Procédure recommandée des essais pour les lectures 13
4.1 Éclairement 13
4.2 Luminance 13
5 Rapport des essais 13
5.1 Dimensions des panneaux 13
5.2 St-Bruno 14
5.2.1 Mesures prises à St-Bruno 16
5.3 Ville de Saguenay 17
5.3.1 Mesures prises à Ville de Saguenay 19
6 Conclusion 20
7 Références 21

1 Introduction

Ce projet concerne l'intensité lumineuse des panneaux à messages variables (PMV) publicitaires que l'on retrouve de plus en plus en bordure des routes au Québec. Il vise à répondre aux interrogations du MTQ sur le niveau de luminosité maximale à respecter et la façon de diffuser les messages pour ne pas affecter la sécurité des utilisateurs du réseau routier. Le mandat de l'INO consiste, entre autres, à suggérer des éléments pouvant faire partie d'une future norme encadrant la fabrication, l'installation et l'utilisation de ces panneaux.

Ce rapport présente les résultats d'une recherche documentaire qui a été effectuée à la mi-janvier 2013 pour mieux connaître ce qui existe dans le domaine (normes, règlements, valeurs généralement acceptées).

Suite à une discussion sur la revue de littérature, ce rapport présente également les essais effectués aux endroits identifiés par le Ministère des transports du Québec : St-Bruno (Alma) et Ville de Saguenay (Saguenay), la procédure recommandée des essais pour les lectures ainsi que les suggestions des critères de fabrication, d'installation et d'utilisation pour ces panneaux.

2 Définitions

2.1 Grandeurs photométriques et principales unités de mesure [réf. 22]

- **Stéradian (sr) :** Angle solide dont le sommet correspond au centre d'une sphère de rayon r et qui y découpe une surface sphérique dont l'aire est égale à r^2.

  Une section de 1 stéradian provenant d'une sphère dont le rayon est 1 mètre sous-tend une surface sphérique dont l'aire est 1 mètre carré.

- **Flux lumineux :** Puissance de la lumière visible émise par une source.
  Unité de mesure : Lumen (lm).

- **Éclairement (E), « *illuminance* » :** Flux lumineux par unité de surface, ou densité du flux.
  Unité de mesure : Lux (lx), *foot-candle* (fc).

  Mesure la puissance de la lumière visible qui éclaire une unité de surface donnée à une distance connue de la source.

  Diminue comme le carré de la distance lorsqu'on s'éloigne de la source : $E_1 = E_2 * (d_2 / d_1)^2$.

  1 lux = 1 lm/m^2 = 0.0929 lm/ft^2 = 0.0929 fc

- **Intensité lumineuse (I) :** Flux lumineux par unité d'angle solide issu de la source.
  Unité de mesure : Candela (cd).

  1 cd = 1 lm/sr

  En général, on mesure l'éclairement E à une distance d et on calcule l'intensité I de la source avec l'équation suivante :

  $I = E * d^2$

- **Luminance (L) :** Densité du flux lumineux par unité d'angle solide d'observation.
  Unité de mesure : cd/m^2, nits.

  Cela correspond à la brillance (« *brightness* ») de la source, ou à l'intensité émise par unité de surface.

  Dans le cas d'une source d'aire étendue, la luminance est indépendante de la distance de l'observateur car l'aire mesurée augmente avec la distance (pour un même angle solide d'observation), annulant les pertes selon 1/d^2.

  1 nit = 1 cd/m^2 = 1 lm/m^2/sr

2.2 Acronymes utilisés dans ce document

AFNOR	Association Française de Normalisation
CIE	Commission Internationale de l'Éclairage
FHWA	Federal Highway Administration
FMVSS	Federal Motor Vehicle Safety Standard
ICROL	Illinois Coalition for Responsible Outdoor Lighting
IESNA	Illuminating Engineering Society of North America
INO	Institut national d'optique
LED	Light Emitting Diode
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
GPS	Global Positioning System
MTQ	Ministère des Transports du Québec
OAAA	Outdoor Advertising Association of America
OMA	Outdoor Media Association
PMV	Panneau à Message Variable
SCRUB	Society Created to Reduce Urban Blight
UGR	Unified Glare Rating

3 Revue de littérature

3.1 Méthodologie

Dans un premier temps, nous avons pris connaissance des documents fournis par le MTQ lors du démarrage du projet [réf. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Nous avons ensuite fait des recherches sur internet (www.google.ca) en combinant différents mots-clés comme « *LED signs* », « *digital billboards* », « *intensity* », « *brightness* », « *roadside* », « *standards* », « *regulation* », « *guidelines* », etc.

Finalement, n'ayant pas trouvé de norme concernant directement l'intensité maximale des PMV publicitaires, nous avons cherché des normes s'appliquant à d'autres sources de lumière pouvant affecter la sécurité des utilisateurs du réseau routier. On pense ici à l'intensité des PMV utilisés pour la signalisation routière ou à celle des phares de voiture (« *headlights* »), par exemple.

3.2 Résumé des informations récoltées

Plusieurs des résultats obtenus lors des recherches sur internet nous ont menés soit vers les documents déjà reçus du MTQ, vers le site Web des organismes émetteurs, vers d'autres publications des mêmes auteurs [réf. 8, 9] ou vers des pages qui faisaient référence à ces documents [réf. 10, 11]. Évidemment, des dizaines de 'nouveaux' documents ont aussi été consultés, mais la majorité se sont avérés non pertinents du point de vue de l'intensité maximale recommandée pour les PMV publicitaires.

Selon l'*IES Lighting Handbook* [réf. 16], les causes de l'éblouissement et de l'inconfort qu'il occasionne ne sont pas encore bien comprises. On sait toutefois que quatre facteurs y contribuent : la luminance de la source lumineuse, sa taille, sa position dans le champ de vision de l'observateur et la luminance de l'arrière-plan.

Deux documents se sont démarqués par leur pertinence, la profondeur de l'analyse qui y est présentée et leurs recommandations détaillées. Le premier [réf. 6] a servi de base aux recommandations de l'*Outdoor Advertising Association of America* (OAAA), alors que le deuxième [réf. 9] est une publication de l'*Illinois Coalition for Responsible Outdoor Lighting* (ICROL). Comme on peut s'en douter, chacun de ces deux organismes privilégie une approche différente pour le contrôle de l'intensité des PMV publicitaires, alors nous résumerons ici les documents en question avec soin.

3.2.1 Recommandations de l'OAAA

L'*Outdoor Advertising Association of America* (OAAA) a commandé en 2008 une étude sur le sujet au Dr. Ian Lewin de *Lighting Sciences Inc.* [réf. 6]. Ce dernier a d'abord consulté les recommandations du *U.S. Department of Transportation* concernant l'éblouissement (« *glare* » en anglais) causé par les phares de voiture, ainsi que celles de la norme ANSI / IESNA RP-8-00 concernant l'éclairage routier (« *American National Standard Practice for Roadway Lighting* ») [réf. 13]. Le Dr. Lewin a déconseillé à l'OAAA de spécifier la luminance maximale des PMV publicitaires en se basant sur les limites d'éblouissement définies dans la norme IESNA RP-8-00, parce que celles-ci diffèrent selon l'éclairage ambiant. Ses arguments sont les suivants :

- La norme IESNA RP-8-00 définit 14 catégories de routes et fait des recommandations concernant l'éclairage approprié pour chacune. Déterminer les limites de luminance des PMV publicitaires à partir de cette classification produirait un système de spécifications trop complexe qui devrait tenir compte du type d'éclairage routier présent dans les environs.
- Comme les panneaux publicitaires sont souvent visibles de plusieurs endroits, il pourrait être difficile de déterminer laquelle des 14 catégories s'applique à une installation donnée s'il y a différents niveaux d'éclairage routier dans les environs.
- Le niveau d'éblouissement d'un conducteur n'est pas uniquement affecté par la luminance du PMV publicitaire, mais aussi par sa distance (car le PMV ne remplit pas le champ de vision de l'observateur lorsqu'il est vu de loin). Quelle distance considérer dans les calculs si le panneau peut être vu d'une grande variété de distances?
- Le niveau d'éblouissement est aussi affecté par la position du PMV dans le champ de vision du conducteur, qui change avec la direction du regard et la position du véhicule.

- Enfin, le niveau d'éblouissement produit dépend de la dimension du panneau. Il faudrait donc établir une limite de luminance pour chaque dimension de PMV publicitaire.

L'approche privilégiée par le Dr. Lewin est plutôt basée sur le phénomène de « *light trespass* », qui se produit lorsque la lumière atteint l'extérieur de la zone que l'on voulait initialement éclairer. Elle a comme point de départ la publication IESNA TM-11-00 qui définit des limites d'éclairement au niveau de l'œil d'un observateur pour 4 catégories d'éclairage électrique ambiant allant de très faible à élevé. Ces limites sont exprimées en termes d'éclairement en *foot-candle* qu'une source lumineuse peut produire au niveau de l'œil, mesuré au-dessus de l'éclairage ambiant qui est produit par les autres sources de lumière.

Les recommandations faites par le Dr. Lewin et adoptées par l'OAAA [réf. 8] sont les suivantes :

1) L'éclairement produit par un PMV publicitaire ne doit pas dépasser 0.3 *foot-candle* au-dessus de l'éclairage ambiant.
2) La mesure de l'éclairement doit être faite à l'aide d'un photomètre (ou luxmètre) placé à 1,5 m du sol, face au panneau (perpendiculairement), à une distance qui varie selon sa taille :

Dimension du panneau	Distance de mesure proposée
11' x 22'	150'
10.5' x 36'	200'
14' x 48'	250'
20' x 60'	350'

   Ces distances correspondent à la moyenne des distances minimales de visibilité pour chaque type de PMV publicitaire.

   La méthode consiste à prendre d'abord une mesure de l'éclairage ambiant alors que le PMV est éteint, puis à prendre une autre mesure alors que l'affichage est entièrement blanc et à calculer la différence entre les 2 lectures. La différence doit être inférieure à 0.3 fc.
3) Chaque panneau doit être équipé d'un dispositif photosensible afin d'ajuster automatiquement son intensité lorsque l'éclairage ambiant change.

3.2.2 Les critiques

Plusieurs critiques ont été émises à propos de l'approche retenue par Lewin.

Pour Christian Luginbuhl *et al.* [réf. 5], les niveaux de luminance proposés par l'OAAA sont beaucoup trop élevés par rapport à la plupart des pratiques recommandées par l'IESNA et à ce qui se fait dans le domaine de l'éclairage des panneaux publicitaires fixes.

- Ces recommandations sont uniquement en accord avec les valeurs les plus élevées que l'on peut trouver dans la littérature de l'IESNA, et elles sont en désaccord avec les recommandations de l'IESNA concernant les panneaux routiers et les ratios de contraste maximums pour minimiser les problèmes d'adaptation transitoire de l'œil humain.
- C'était une erreur conceptuelle fondamentale de se baser sur le document IESNA TM-11-00 concernant le « *light trespass* ». Dans l'étude ayant conduit à cette publication, on a présenté, à un groupe d'observateurs, divers panneaux illuminés de 2 000 à 7 500 nits, en leur demandant à partir de quelle luminance le panneau était trop brillant. On ne leur a pas

demandé d'évaluer la performance visuelle du panneau en termes de lisibilité, car ce n'était pas le but dans un contexte de pollution lumineuse. Toutefois, cela permet de douter de l'applicabilité de cette approche en ce qui concerne l'intensité des PMV publicitaires et leur impact potentiel sur la sécurité des usagers de la route.

- De plus, l'approche choisie n'est pas pratique à plusieurs points de vue (l'endroit d'où la mesure doit être prise peut se trouver au milieu de la route, la nécessité de faire une mesure sur le panneau allumé et le panneau éteint, etc.).

Gregory Young [réf. 10], un urbaniste et concepteur en architecture LEED de Philadelphie qui travaille avec le *SCRUB: Public Voice for Public Space*, reproche lui aussi aux recommandations de l'OAAA d'être basées sur des limites d'éclairement définies dans un contexte de « *light trespass* » (IESNA TM-11-00). Il aurait mieux valu, selon lui, se fier à la norme sur l'éclairage des panneaux routiers IESNA RP-19-01 [réf. 14] pour des raisons de sécurité routière et d'éblouissement du conducteur.

Selon l'*Illinois Coalition for Responsible Outdoor Lighting* (ICROL) [réf. 9], la méthode recommandée par le Dr. Lewin est indirecte et approximative :

- Alors qu'il existe des luminance-mètres pour mesurer directement la luminance d'une source (ex : Minolta CS-100), Lewin propose une mesure de l'éclairement à une distance donnée de la source à l'aide d'un photomètre – un appareil plus commun et moins dispendieux (<1000 $) que le luminance-mètre (env. 3500 $). Connaissant la distance à laquelle la mesure d'éclairement a été effectuée ainsi que l'aire du panneau, on peut calculer la luminance moyenne du PMV, mais ce sera approximatif dans bien des cas.
- Pour l'ICROL, la mesure de l'éclairement à une distance donnée du panneau n'est pas pratique. Les PMV publicitaires sont souvent situés dans des endroits difficiles d'accès. Il est alors possible que la distance à respecter nous conduise sur une propriété privée, au milieu de l'autoroute ou dans un étang. De plus, on ne pourra pas mesurer la distance avec un ruban à mesurer. Un télémètre laser ou un GPS de précision seront requis (dispendieux).
- Le critère de 0.3 fc pourrait s'avérer difficile à vérifier pendant le jour car la lumière du soleil sera trop forte par rapport à la contribution du panneau (différence non significative). D'ailleurs, Lewin n'aborde pas la question de la luminance maximale adéquate pour le jour.
- La nécessité de prendre une mesure quand le panneau est éteint et une autre quand il est allumé nécessite la collaboration du propriétaire du PMV publicitaire. Sachant que son panneau sera soumis à un test, il pourrait être tenté de diminuer la luminance ce jour-là. Il serait préférable de pouvoir faire des mesures indépendantes pour fins de surveillance.
- Parmi les raisons évoquées par Dr. Lewin pour ne pas spécifier la luminance maximale en se basant sur les limites d'éblouissement de la norme IESNA RP-8-00 [réf. 13], il y a le trop grand nombre de catégories d'éclairage routier, la difficulté à déterminer la distance et la position dans le champ de vue à laquelle prendre la mesure, ainsi que la nécessité de déterminer une luminance maximale pour chaque dimension de panneau.

  Toutefois, l'ICROL souligne que l'approche retenue, basée sur le document IESNA TM-11-00, présentait au départ des obstacles similaires qu'il a habilement contournés.

  Exemple : Parmi les 4 types de zone d'éclairage définies pour le « light trespass », il a décidé d'appliquer la limite de 0.3 fc correspondant aux zones à faible éclairage électrique (E2), peu importe le type d'éclairage où le PMV est installé en réalité. Il est vrai que c'est plus simple à gérer et assez contraignant en zone éclairée, mais il aurait été possible de prendre des décisions similaires pour simplifier l'application de la norme IESNA RP-8-00 [réf. 13] au domaine des PMV publicitaires.

Autre exemple : Il a imposé 4 distances auxquelles prendre les mesures selon la dimension du panneau, en indiquant de se placer directement face à celui-ci. Cela n'est pas vraiment plus simple que les 4 critères de luminance en fonction de la dimension du panneau qu'il aurait pu définir à partir de la norme IESNA RP-8-00 [réf. 13].

3.2.3 Recommandations de l'ICROL

L'*Illinois Coalition for Responsible Outdoor Lighting* (ICROL) a publié en mai 2010 [réf. 9] des recommandations basées sur une approche qui diffère de celle de l'OAAA. Selon eux, c'est la luminance qui doit être mesurée lorsqu'on analyse une surface qui émet de la lumière comme un écran de télévision ou d'ordinateur, ou un PMV publicitaire. La luminance de tels dispositifs d'affichage est contrôlée par les ajustements du dispositif lui-même. L'éclairement qu'ils produisent, quant à lui, dépend non seulement de leur luminance, mais aussi de leur position par rapport à l'observateur.

Pendant le jour, ils recommandent d'ajuster la luminance maximale d'un PMV publicitaire au niveau de luminance qui serait mesuré sur un panneau identique mais imprimé (fixe). En d'autres mots, le PMV ne doit pas paraître plus brillant ou intense qu'un panneau imprimé ou que le paysage qui l'entoure. En pratique, ils recommandent une limite de **5 000 nits** (mesurée sur une portion blanche du panneau) pour imiter la brillance des surfaces environnantes illuminées par le soleil.

De même, dans la pénombre ou pendant la nuit, il serait logique que les PMV publicitaires ne soient pas plus brillants que les panneaux fixes qu'ils remplacent. Ils citent une étude indépendante effectuée en 2009 au cours de laquelle a été mesurée la luminance de 565 panneaux publicitaires fixes en Arizona : 98% avait une luminance de moins de 150 nits, et 83% était en-dessous de 100 nits (résultats aussi cités par [réf. 5]). Une autre étude de moindre envergure, effectuée en 2008 dans l'état de New York, avait donné une luminance moyenne de 124 nits pour les panneaux fixes. Aussi, ils mentionnent que l'éclairement recommandé pour les panneaux publicitaires fixes par l'*IES Lighting Handbook* [réf. 16] correspondrait à une luminance de 125 nits en zone sombre et 250 nits en zone très éclairée.

Pendant la nuit, l'ICROL recommande donc de limiter la luminance des PMV publicitaires à **150 nits**. Dans les cas où la limite de luminance serait basée sur un affichage complètement blanc sur le PMV, alors une luminance maximale de 200 nits pourrait être appropriée. Selon eux, la limite de luminance pour les zones sombres devrait s'appliquer aussi aux zones très éclairées car, dans la plupart des installations, le panneau est monté sur un grand mat et semble suspendu dans le ciel. Les conducteurs le voient alors contre un arrière-plan foncé.

Parmi les autres recommandations de l'ICROL, on mentionne qu'on pourrait spécifier des limites incrémentales entre la nuit et le plein soleil pour s'ajuster aux conditions nuageuses, brumeuses, ou à la pénombre. Un contrôle automatisé de la luminance du panneau, selon les conditions d'éclairage ambiant, pourrait aussi être exigé.

La mesure de la luminance du PMV publicitaire devrait être faite directement avec un luminance-mètre calibré. Les lectures devraient être prises des environs d'où le panneau doit être vu (généralement de la route), en se plaçant directement en face ou le plus près possible (luminance la mieux focalisée). Le principal avantage de cette technique est que la mesure peut être faite de n'importe quelle distance (sans besoin de la mesurer), en autant que la surface mesurée remplit le champ de vue de l'instrument (plusieurs lentilles sont disponibles pour s'ajuster à la distance choisie). Aussi, les conditions d'éclairage ambiant n'ont aucune influence sur la mesure, ce qui donne plus de flexibilité sur le moment pour faire la mesure. Il suffit que le panneau soit dans le mode à tester (jour ou nuit).

3.3 Comparaison des intensités maximales recommandées

Le Tableau 1 rassemble les valeurs d'intensité maximale recommandées pour le jour et pour la nuit selon les différentes sources d'information consultées. On y trouve tout d'abord les lignes directrices présentement en place au MTQ. Ensuite, on présente le niveau minimum de luminance requis pour qu'un PMV soit lisible de jour ou de nuit, selon une revue de littérature effectuée par le *Federal Highway Administration* (FHWA).

On y voit aussi que les valeurs maximales recommandées par deux associations qui défendent les intérêts des manufacturiers de publicités extérieures, en Grande-Bretagne et aux États-Unis, sont nettement supérieures au minimum requis pour fins de lisibilité. Évidemment, leur but est d'attirer l'attention des conducteurs pour que leurs publicités soient vues par un maximum de personnes.

Les trois dernières lignes du tableau montrent que les organismes, ayant pour but de protéger l'environnement et de minimiser la pollution lumineuse près des routes, recommandent des luminances maximales plus faibles que les manufacturiers. En fait, leur argument est que les PMV publicitaires ne devraient pas être plus brillants que les panneaux fixes qu'ils remplacent.

Tableau 1 : Comparaison des intensités maximales recommandées pour les PMV publicitaires selon les sources d'information consultées.

Source de l'information	Intensité max. JOUR	Intensité max. NUIT, zone rurale/sombre	Intensité max. NUIT, zone urbaine/éclairée
MTQ, Québec [réf. 1]	Éviter d'éblouir, similaire aux autres publicités fixes	3.2 lux (0.3 fc) au-dessus de la lumière ambiante ou 20 nits	3.2 lux (0.3 fc) au-dessus de la lumière ambiante ou 100 nits
FHWA, États-Unis [réf. 3] **minimum pour lisibilité*	Ensoleillé : *1 000 nits* Nuageux : *600 nits*	*30 nits*	-
Outdoor Advertising Association, UK selon [réf. 4]	-	100 à 600 nits (selon zone d'éclairage et taille du PMV)	600 à 1 000 nits (selon zone d'éclairage et taille du PMV)
OAAA et Ian Lewin, États-Unis [réf. 6, 8]	0.3 fc au-dessus de la lumière ambiante (env. 7 500 nits)	0.3 fc au-dessus de la lumière ambiante (300 à 342 nits)	0.3 fc au-dessus de la lumière ambiante (300 à 342 nits)
Luginbuhl *et al.*, Arizona [réf. 5]	> 1 000 nits	20 nits	100 nits
ICROL, États-Unis [réf. 9]	5 000 nits	150 nits (200 nits si calibrage avec écran tout blanc)	150 nits (200 nits si calibrage avec écran tout blanc)
G. Young et SCRUB, Philadelphie [réf. 10]	Inférieure à l'intensité maximale du panneau	40 nits	100 nits

3.4 Comparaison avec d'autres applications routières

Plusieurs autres documents ont été consultés pour connaître les intensités maximales recommandées pour d'autres types d'application en lien avec la sécurité routière. Par exemple, nous avons obtenu copie de la publication IESNA RP-19-01 concernant l'éclairage des panneaux de signalisation routière [réf. 13, 15]. De même, nous avons consulté les normes EN et AFNOR qui régissent les panneaux à message variable utilisés pour la signalisation routière [réf. 17, 18, 19]. Enfin, nous avons aussi cherché de l'information concernant l'intensité maximale des phares de voiture [réf. 20, 21]. Les valeurs limites indiquées dans chaque document sont présentées dans le Tableau 2, ci-dessous.

Tableau 2 : Comparaison des intensités maximales recommandées pour d'autres applications où la lumière peut affecter la sécurité des utilisateurs du réseau routier.

Source de l'information	Intensité max. JOUR	Intensité max. NUIT, zone rurale/sombre	Intensité max. NUIT, zone urbaine/éclairée
IESNA Lighting Handbook [réf.16] **éclairage de panneaux publicitaires fixes*	-	125 nits (selon calculs de [réf. 9])	250 nits (selon calculs de [réf. 9])
IESNA RP-19-01, É.-U. [réf. 14] **panneaux signalisation fixes, rétro-éclairés*	-	20 nits	80 nits
ANSI/IESNA RP-8-00, É.-U. [réf. 13] **éclairage routier*	-	0.3 à 0.6 nits	0.6 à 1.2 nits
EN 12966-1:2005, G.-B. [réf. 17] **PMV de signalisation couleur jaune*	Ensoleillé : 37 200 nits Nuageux : 6 600 nits	225 nits	750 à 1 800 nits
AFNOR P98-561, France [réf. 18] **PMV de signalisation discontinus lumineux*	-	50 à 300 nits	300 à 1 500 nits
FMVSS no.108, É.-U. et Transport Canada Standard 108 [réf. 20, 21] **phares de voiture*	2 600 à 7 000 candela/lampe	20 000 à 75 000 candela/lampe	15 000 à 20 000 candela/lampe

3.5 Discussion

Les lignes directrices présentement en vigueur au MTQ pour l'utilisation de l'affichage numérique [réf. 1] sont en accord avec les recommandations des principales sources d'information consultées dans le domaine des PMV publicitaires en ce qui concerne :

- la durée minimale d'affichage (10 sec.);
- l'absence d'animation, de mouvement ou de variabilité dans l'intensité lumineuse;
- l'absence de transition entre les messages (fondu ou autre procédé);
- le contenu des messages;
- le comportement du panneau en cas de mauvais fonctionnement;
- la distance entre deux panneaux numériques;
- le respect des lois déjà en vigueur.

Toutefois, en ce qui concerne l'intensité maximale des PMV publicitaires, des améliorations pourraient être apportées à la directive du MTQ :

1) **Spécifier une intensité maximale pour le jour, en termes de luminance :** Une valeur de 5 000 à 6 000 nits (ou cd/m^2) serait probablement appropriée. Pour l'instant, le seul requis du MTQ est que « *l'affichage digital ne doit créer aucun éblouissement ni avoir une saillance supérieure aux autres publicités* ». La littérature indique que la luminance d'un ciel bleu clair par temps ensoleillé se situe entre 5 000 et 7 000 nits en plein jour. Or, les panneaux publicitaires à LED, présentement disponibles sur le marché, peuvent produire jusqu'à 13 000 nits (ou même plus). Il est donc nécessaire de limiter leur intensité même pendant le jour pour éviter l'éblouissement.

2) **Pendant la nuit, préciser l'intensité maximale à respecter en termes de luminance seulement (en nits ou cd/m^2).** Dans la version actuelle de sa directive, le MTQ donne le choix entre deux critères :

   « Un maximum de 3.2 lux au-dessus de la lumière ambiante mesurée à 1.5 mètre du sol, à une distance de 45 à 100 mètres selon la taille de la publicité numérique »
   … ou encore …
   Un maximum de « 20 nits en milieu rural et à 100 nits en milieu urbain ».

   Or, ces deux critères sont redondants et même contradictoires parce qu'ils ne correspondent pas au même niveau de luminance pour une configuration donnée. Si on donne le choix entre deux techniques de mesure (soit l'éclairement en lux ou la luminance en nits), il faut que les deux critères soient équivalents.

   Le critère du 3.2 lux est l'équivalent métrique du 0.3 foot-candle recommandé par l'OAAA [réf. 8], mais le MTQ fournit moins de détails quant au lien entre la distance de mesure et la taille du panneau. Dans le tableau 3 du rapport d'Ian Lewin [réf. 6], la luminance maximale, correspondant à un éclairement de 0.3 fc au-dessus de la lumière ambiante, a été calculée pour les quatre tailles de panneau standard et la distance proposée pour chaque taille. Résultat : la luminance maximale correspondant aux recommandations de l'OAAA et du Dr. Lewin se situe entre 300 et 342 nits selon la taille du panneau considéré.

   Le critère de luminance maximale de 20 ou 100 nits du MTQ est donc beaucoup plus limitatif que celui de la différence d'éclairement de 3.2 lux (ou 0.3 fc). Il est toutefois en accord avec les niveaux de luminance recommandés par certains des documents consultés

[réf. 5, 10], tout en étant un peu plus restrictif que la luminance maximale de 150 nits recommandée par l'ICROL [réf. 9].

Nous sommes généralement en accord avec les critiques émises contre l'approche d'Ian Lewin, présentées à la fin de la section 3.2.1. Nous croyons qu'il est préférable de spécifier l'intensité maximale des PMV publicitaires en termes de luminance et de la mesurer directement avec un luminance-mètre. Une valeur de **100 à 150 nits (ou cd/m^2)** pourrait être suggérée, sans égard au niveau d'éclairage présent dans les environs (zone sombre/rurale *vs*. éclairée/urbaine). Selon les valeurs présentées dans notre Tableau 1 à la section 5, cela correspond au niveau de luminance équivalent des panneaux publicitaires fixes déjà présents en bordure des routes.

3) **Exiger que le PMV publicitaire soit équipé d'un mécanisme d'ajustement automatique de l'intensité en fonction de l'éclairage ambiant** (ex.: photocellule). Un ajustement de l'intensité en fonction de l'heure seulement ne tient pas compte des conditions météorologiques changeantes (ciel dégagé ou couvert, etc.). De plus, la longueur du jour varie significativement au fil des saisons. Idéalement, on utiliserait une photocellule en plus d'une programmation horaire/journalière afin qu'un mécanisme prenne la relève de l'autre en cas de bris (ex : photocellule obstruée, mauvaise heure/date dans le système).

Bien que les niveaux de luminance recommandés visent à éviter qu'un PMV publicitaire cause l'éblouissement d'un conducteur, il serait important de mieux comprendre les autres causes de l'éblouissement afin d'en tenir compte dans une éventuelle norme du MTQ. En effet, une luminance trop élevée n'est pas la seule cause selon l'*IES Lighting Handbook* [réf. 16]. Un contraste de luminance trop élevé peut aussi occasionner un éblouissement; cela se produit lorsqu'un écart trop important de luminance est présent dans un même environnement visuel. Il en est question dans l'article de Luginbuhl *et al.* [réf. 5], et les normes en vigueur dans le domaine de l'éclairage routier en tiennent compte (ex : ANSI/IESNA RP-8-00 [réf. 13]).

En fait, quatre facteurs contribuent à la formation d'un éblouissement qui cause de l'inconfort : la luminance de la source lumineuse, sa taille, sa position dans le champ de vision de l'observateur et la luminance de l'arrière-plan. La Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) a mis au point le « *Unified Glare Rating* » (UGR) pour déterminer une valeur quantitative d'éblouissement qui tient compte de ces quatre facteurs (selon [réf. 16]). Il pourrait être avantageux d'ajouter un critère qui tient compte du contraste de luminance (UGR ou autre) dans les recommandations du MTQ.

4 Procédure recommandée des essais pour les lectures

4.1 Éclairement

Les mesures de l'éclairement ont été prises selon les recommandations de Ian Lewin (section 3.2.1). La mesure doit être faite à l'aide d'un photomètre (ou luxmètre) placé à 1.5 mètre du sol, face au panneau (perpendiculairement), à une distance qui varie selon la taille du panneau.

La méthode proposée par Ian Lewin [réf. 6] consiste à prendre d'abord une mesure de l'éclairage ambiant alors que le PMV est éteint, puis à prendre une autre mesure alors que l'affichage est entièrement blanc et à calculer la différence entre les 2 lectures. La différence doit être inférieure à 0.3 fc (3.2 lux).

Le luxmètre utilisé est un IL1400A de International Light. Les distances ont été mesurées à l'aide d'un DISTO A8 de Leica.

4.2 Luminance

La méthode de mesure de la luminance est basée sur les lectures faites lors de la revue de littérature [Chapitre 3].

La luminance peut être mesurée à diverses positions par rapport au panneau. Tant que la zone mesurée est de couleur uniforme, la luminance ne dépend pas de la distance mais varie plutôt en fonction de l'angle d'incidence. Idéalement, la mesure est prise à partir de la route.

La luminance est d'abord mesurée sur une zone où le panneau est entièrement blanc. Ensuite, une mesure de luminance est prise lorsque le panneau est fermé. Il s'agit de la contribution de l'éclairage ambiant à la luminance du panneau. Il faut soustraire cette mesure à la première. On retrouve au tableau 1 de la section 3.3 des intensités maximales recommandées par divers organismes. Les recommandations varient énormément d'un organisme à l'autre : 600 à 5 000 nits le jour, 20 à 600 nits la nuit en zone rurale et 100 à 1 000 nits la nuit en zone urbaine.

Les mesures de luminance ont été prises avec un SpectraScan PR-680 de PhotoResearch et les distances ont été mesurées à l'aide d'un DISTO A8 de Leica.

5 Rapport des essais

5.1 Dimensions des panneaux pour les mesures de l'éclairement

Dans le cas du panneau de St-Bruno, le panneau est de 3.0 mètres par 2.0 mètres, les mesures de l'éclairement ont donc été prises à environ 17.5 mètres. À Ville de Saguenay, le panneau est de 6.2 mètres par 1.8 mètres, donc les mesures de l'éclairement ont été prises à environ 35 mètres. Le 22 novembre 2012, les dimensions des panneaux ont été fournies, par courriel, à monsieur Bruno Mathieu de la part de monsieur Daniel Larouche, tous deux du Ministère des Transports.

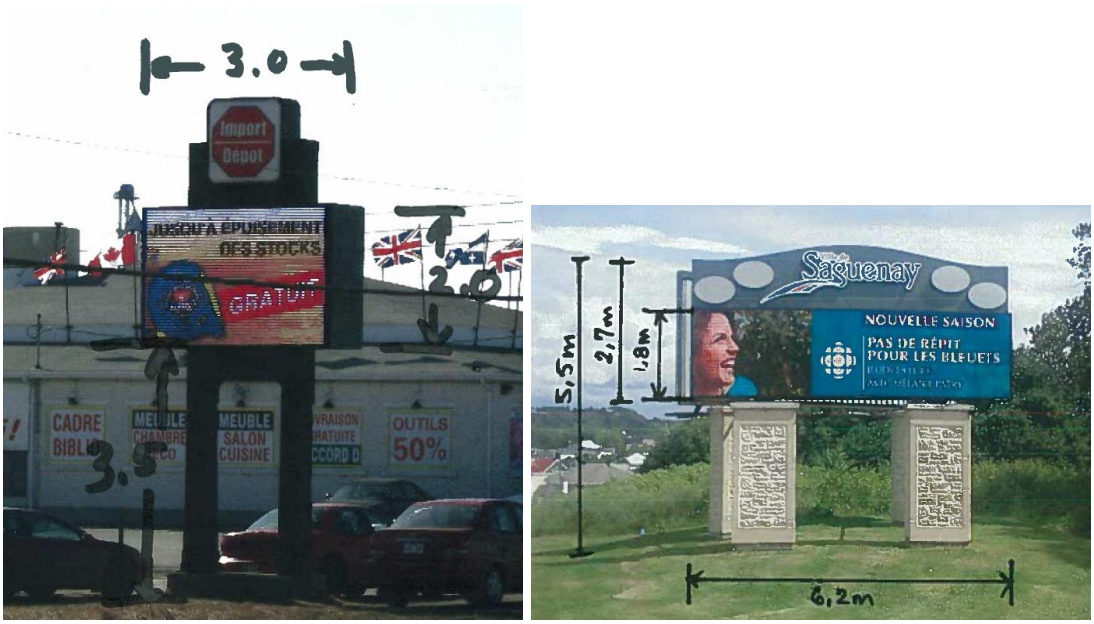

Figure 1 : Photos des panneaux publicitaires avec leurs dimensions. Panneau de St-Bruno à gauche, panneau de Ville de Saguenay à droite.

5.2 St-Bruno

Le panneau de St-Bruno est situé au 2630 sur la route 170. Il est installé à 3.5 mètres du sol. Il s'agit d'un design spécial fait par le publiciste Enseigne Ste-Marie. Son intensité lumineuse programmée varie en fonction de l'heure de la journée.

Les mesures de jour ont été prises vers 14 h sous un ciel plutôt gris et nuageux. Il y avait beaucoup de circulation sur la route. Vers 20 h, lors de la prise de mesures de soir, les conditions météorologiques étaient pluvieuses et venteuses.

L'affichage du panneau était alternativement tout noir et tout blanc, ce qui a permis de prendre des mesures de luminance et d'éclairement reliées à l'éclairage ambiant. Pour des raisons de sécurité, les mesures ont été prises à 3.2 m de la ligne blanche de la route. Toutes les mesures de luminance prises étaient réglées au champ de vue de 1.0 degré.

L'éclairage du panneau était peu dérangeant pendant le jour mais inconfortable le soir.

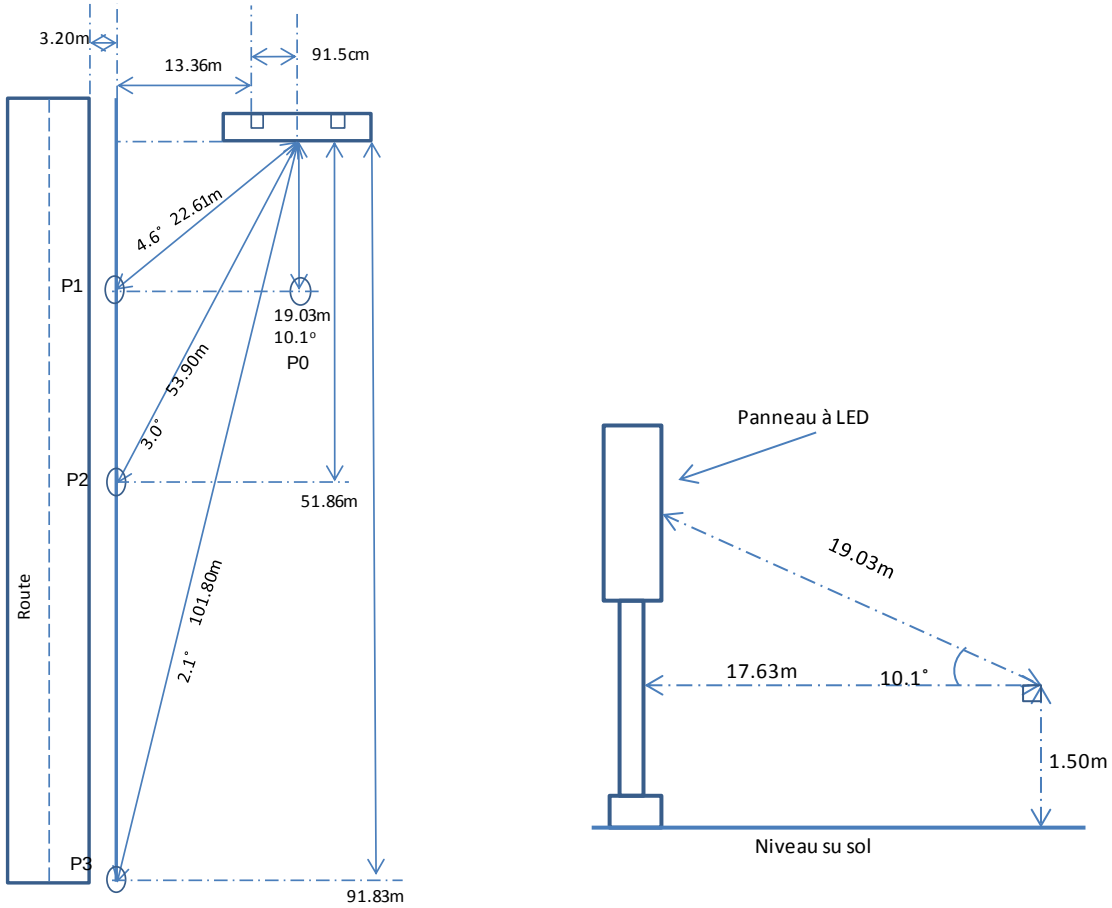

Figure 2 : Plan des mesures à St-Bruno. Vue aérienne (gauche) et vue de côté (droite).

Figure 3 : Photo prise à St-Bruno.

5.2.1 Mesures prises à St-Bruno

Position 0

-Luxmètre orienté vers le panneau à 19.03 m et 1.5 m de haut centré latéralement:

	Jour	Soir
Blanc	39 100 lux	57 lux
Noir	38 200 lux	0.5 lux
Blanc moins noir	900 lux	56.5 lux

Note : L'éclairement du ciel était de 106 000 lux pendant les mesures de jour

- Luminancemètre orienté vers le panneau à 19.03 m et 1.5 m de haut centré latéralement:

	Jour	Soir
Blanc	3 735 cd/m²	770 cd/m²
Noir	148 cd/m²	0.2 cd/m²
Blanc moins noir	3 587cd/m²	699.8 cd/m²

Position 1

- Luminancemètre orienté vers le panneau à 22.61 m et 1.5 m de haut et orienté vers le centre du panneau :

	Jour	Soir
Blanc	3 072 cd/m²	642 cd/m²
Noir	168 cd/m²	0.14 cd/m²
Blanc moins noir	2 904 cd/m²	641.86 cd/m²

Position 2

- Luminancemètre orienté vers le panneau à 53.90 m et 1.5 m de haut et orienté vers le centre du panneau :

	Jour	Soir
Blanc	4 154 cd/m²	817 cd/m²
Noir	257 cd/m²	0.46 cd/m²
Blanc moins noir	3 897 cd/m²	816.54 cd/m²

Position 3

- Luminancemètre orienté vers le panneau à 101.80 m et 1.5 m de haut et orienté vers le centre du panneau :

	Jour	Soir
Blanc	4 221 cd/m²	784 cd/m²
Noir	278 cd/m²	0.23 cd/m²
Blanc moins noir	3 943 cd/m²	783.77 cd/m²

5.3 Ville de Saguenay

Le panneau de Ville de Saguenay se trouve au coin de l'intersection Université et St-Paul. Il est dans une courbe sur une côte descendante. Il s'agit d'un GalaxyPro de Daktronics. Ce panneau est équipé d'une photocellule qui permet de réduire l'intensité lumineuse en fonction de l'éclairage ambiant.

Les mesures de jour ont été prises vers 17 h 30 sous un ciel plutôt gris sombre nuageux. La prise de mesures de soir s'est fait alors que la noirceur était bien installée, vers 21 h 00. Il pleuvait et il y avait un faible vent.

Il n'a pas été possible d'obtenir des mesures du panneau tout blanc et tout noir. Les mesures d'éclairement ont donc été prises avec un panneau allumé contenant une image publicitaire. Pour prendre des mesures de luminance, il a fallu trouver des sections « blanches » de l'affichage, mais il restait toujours environ 20 % de noir dans les mesures de blanc. Par contre, il a été possible de trouver des sections d'images complètement noires pour les mesures de luminance.

Pour des raisons de sécurité, les mesures ont été prises sur le trottoir. Elles ont toutes été prises à 0 degré horizontal. Toutes les mesures de luminance prises avec le SpectraScan PR-680 étaient réglées au champ de vue de 1.0 degré.

Le panneau n'était pas éblouissant le jour et son éclairage se fondait bien à son environnement lumineux le soir.

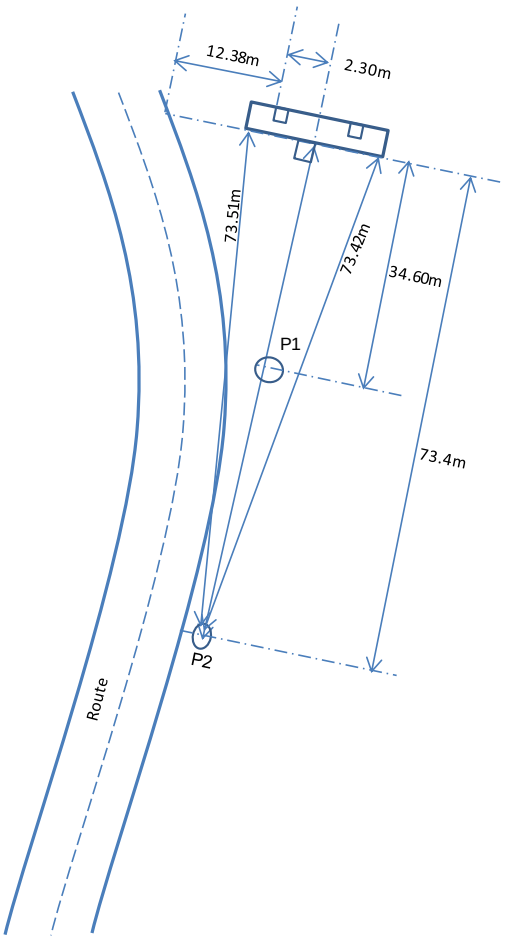

Figure 4 : Plan des mesures prises à Ville de Saguenay.

Figure 5 : Photo prise à Ville de Saguenay.

5.3.1 Mesures prises à Ville de Saguenay

Position 1

-Luxmètre orienté vers le panneau à 34.60 m et 1.5 m de haut centré latéralement :

	Jour	Soir
Allumé	2 000 lux	30 lux
Éteint	-	- lux

- Luminancemètre orienté vers le panneau à 34.60 m et 1.5 m de haut.

	Jour	Soir
Blanc	1 174 cd/m²	265 cd/m²
Blanc+20%	1 409 cd/m²	318 cd/m²
Noir	3.9 cd/m²	0.17 cd/m²
Blanc corrigé moins noir	1 405cd/m²	317.8 cd/m²

Note : L'éclairement du ciel était de 3 700 lux pendant les mesures de fin de journée et 20 lux le soir.

Position 2

-Luxmètre orienté vers le panneau à 73.4 m et 1.5 m de haut:

	Jour	Soir
Allumé	3 000 lux	65 lux
Éteint	-	- lux

- Luminancemètre orienté vers le panneau à 73.4 m et 1.5 m de haut.

	Jour	Soir
Blanc	1 202 cd/m²	289 cd/m²
Blanc+20%	1 442.4 cd/m²	346.8 cd/m²
Noir	5.9 cd/m²	0.35 cd/m²
Blanc corrigé moins noir	1 436,5 cd/m²	346.45 cd/m²

Note : L'éclairement du ciel était de 7 000 lux pendant les mesures de fin de journée et 15 lux le soir.

6 Conclusion

Des mesures de luminance et d'éclairement ont été prises sur deux sites identifiés par le Ministère des Transports : un site à St-Bruno, un second à Ville de Saguenay. Les mesures de St-Bruno sont les plus significatives, puisqu'il a été possible d'obtenir des affichages de noir et de blanc.

Les mesures d'éclairement ont été prises dans les conditions identifiées par Ian Lewin. La recommandation était l'obtention d'un éclairement de moins de 3.2 lux au-dessus de l'ambiant. À St-Bruno, la mesure donne plutôt 56.5 lux au-dessus de l'ambiant le soir et 900 lux le jour. Il n'a pas été possible de mesurer correctement l'éclairement à Ville de Saguenay puisque le panneau n'était jamais ni complètement noir, ni complètement blanc. De plus, les mesures au luxmètre étaient très variables car elles dépendent énormément de l'environnement qui comprend les phares des voitures.

Les mesures de luminance ont été prises sur les deux sites, à diverses positions par rapport aux panneaux. Le panneau de St-Bruno a atteint près de 4 000 cd/m² le jour, ce qui est en accord avec la suggestion de l'ICROL. La nuit, le panneau dépasse les 800 cd/m² alors que les recommandations varient principalement entre 100 et 200 cd/m² le soir (voir Revue de littérature au chapitre 3). Ce panneau dépasse également la recommandation de l'Outdoor Advertising Association [réf.3], qui propose de 100 à 600 cd/m² le soir dans les zones rurales sombres.

À Ville de Saguenay, la luminance est estimée à près de 1 500 cd/m² le jour et jusqu'à 350 cd/m² le soir. Ce panneau, situé dans un environnement urbain, n'apparaissait pas trop éblouissant, même s'il avait une luminance supérieure à la plupart des recommandations. Il était par contre en accord avec la recommandation de l'Outdoor Advertising Association [réf.3], qui propose de 600 à 1 000 cd/m² le soir dans les zones urbaines éclairées.

Suite à la campagne d'essai, l'INO recommande tout d'abord d'éviter l'utilisation de luxmètre sur le terrain étant donné la difficulté d'obtenir des mesures fiables sur des panneaux variables, dans un environnement changeant.

L'expérience sur le terrain nous laisse aussi croire qu'il est souhaitable d'avoir des normes distinctes pour le jour, pour le soir en zone urbaine éclairée et pour le soir en zone rurale sombre.

Pour le jour, en se basant sur la revue de littérature, l'INO propose une recommandation de luminance maximale d'environ 5 000 cd/m². De plus, cette luminance devrait être contrôlée par photocellule afin d'éviter l'éblouissement pendant les journées nuageuses et pour permettre d'atteindre automatiquement les niveaux maximaux requis le soir.

Suite à la revue de littérature et à l'expérience terrain, l'INO recommande qu'une luminance maximale (cd/m^2), dont la valeur dépend de la taille et de l'emplacement du panneau, soit utilisée le soir. Toutefois, la littérature est contradictoire au sujet du maximum permissible. Afin de le définir, il faut tenir compte de l'environnement lumineux du conducteur. Le critère UGR (unified glare rating), proposé par IES pour contrôler l'éblouissement lors du design d'éclairage routier, semble une base solide qui pourrait être adaptée afin de définir des critères réalistes et sécuritaires. L'INO propose de continuer les travaux afin d'adapter le critère UGR, de proposer des luminances maximales et de tester cette recommandation sur le terrain.

7 Références

1. « *Lignes directrices pour l'utilisation de l'affichage numérique* », Ministère des Transports du Québec, janvier 2012 (Lignes directrices - Affichage numérique.pdf).

2. « *Digital Billboards : What We Know Now* », presented to ASHTO SCOTE, Manchester, New Hampshire by Jerry Wachtel, The Veridian Group Inc., June 16, 2009 (08_JerryWachtelVeridianGroupDigitalBillboards.ppt).

3. « *Research Review of Potential Safety Effects of Electronic Billboards on Driver Attention and Distraction* », Final Report, Federal Highway Administration, Sept.11, 2001 (http://www.fhwa.dot.gov/realestate/elecbbrd/chap2.htm).

4. « *Digital billboards and road safety: An analysis of current policy and research findings* », Outdoor Media Association Inc., September 2010 (oma.org.au/media/Pdf/Discussion_paper_Digital_signage_and_road_safety_SEPT_2010.pdf).

5. « *Digital LED Billboard Luminance Recommendations: How Bright is Bright Enough?* », Luginbuhl, Israel, Scowen, Polakis and Polakis, November 9, 2010 (http://www.illinoislighting.org/resources/DigitalBillboardLuminanceRecommendation_ver7.pdf).

6. « *Digital Billboards Recommendations and Comparisons to Conventional Billboards* », Ian Lewin, Lighting Sciences Inc., November 26, 2008 (http://www.polcouncil.org/polc2/DigitalBillboardsIanLewin.pdf).

7. « *Regulating Digital Billboards* », Outdoor Advertising Association of America, (www.oaaa.org/UserFiles/File/SafetyandStandards/3.4.2%20RegulatingDigitalBillboards.pdf).

8. « *Outdoor Lighting and Dark Skies: An OAAA Issue Brief* », Outdoor Advertising Association of America, March 2008 (http://www.oaaa.org/legislativeandregulatory/issues/darkskiesoutdoorlighting.aspx).

9. « *Digital Billboards: New Regulations for New Technology* », Illinois Coalition for Responsible Outdoor Lighting, May 2010 (http://www.illinoislighting.org/billboards.html).

10. « *Illuminating the Issues – Digital Signage and Philadelphia's Green Future* », Gregory Young en collaboration avec *SCRUB: Public Voice for Public Space*, 2010 (http://www.scenic.org/storage/documents/Digital_Signage_Final_Dec_14_2010.pdf).

11. « *Brightness and Outdoor LED Signs* », online tutorial, Adaptive Micro Systems LLC (www.adaptivedisplays.com/Learning%20Center/BrightnessAndOutdoorLEDSigns/player.html).

12. « *The Regulation of Signage: Guidelines for Local Regulation of Digital On-Premise Signs* », Triantafillou and Weinstein, 2010 (http://www.thesignagefoundation.org/Research).

13. « *American National Standard Practice for Roadway Lighting* », ANSI / IESNA RP-8-00.

14. « *IESNA Recommended Practice for Roadway Sign Lighting* », IESNA RP-19-01.

15. « *IESNA Guide for Photometric Measurements – Roadway Sign Installations* », IESNA LM-52-03.

16. « The *IES Lighting Handbook* », 10th Edition, Editors D. DiLaura, K. Houser, R. Mistrick, G. Steffy, 2011, IES HB-10-11.

17. « *Road vertical signs – Variable message traffic signs – Part 1: Product standard* », British Standard, EN 12966-1:2005.

18. « *Signalisation routière verticale - Panneaux à messages variables de catégorie 1 - Caractéristiques techniques et spécifications d'emploi* », norme AFNOR P98-561, novembre 1992.

19. « *Signalisation routière verticale - Panneaux à messages variables - Méthodes de mesure et d'essais photométriques et colorimétriques* », norme AFNOR P98-571, novembre 1992.

20. « *Limitations on Headlight Brightness* », James J. Fazzalaro, Office of Legislative Research, Connecticut, February 24, 2006 (http://www.cga.ct.gov/2006/rpt/2006-R-0198.htm).

21. « *Motor Vehicle Safety Regulations (C.R.C., c. 1038) Lighting System and Retroreflective Devices (Standard 108)* », Transport Canada (http://www.tc.gc.ca/eng/acts-regulations/regulations-crc-c1038-sch-iv-108.htm).

22. « *Light Measurement Handbook* », Alex Ryer, International Light, 1997 (http://www.intl-lighttech.com/services/light-measurement-handbook).

- FIN DU DOCUMENT -