



Association des transports du Canada

*Pratiques recommandées
pour les panneaux de signalisation
à DEL (PSD)*

Décembre 2011

AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ

Le contenu du présent document a fait l'objet d'une recherche attentive et d'une préparation minutieuse. Cependant, l'exactitude de son contenu ou des extraits de publication utilisés à des fins de référence ne peut être garantie de manière expresse ou implicite. Le fait de diffuser ce document n'engage en rien la responsabilité de l'ATC, de ses chercheurs ou de ses collaborateurs dans le cas d'omissions, d'erreurs ou de fausses informations susceptibles de résulter de l'utilisation ou de l'interprétation du contenu du document.

Tous droits réservés 2011
Association des transports du Canada
2323, boul. St-Laurent, Ottawa (Ontario) K1G 4J8
Téléphone (613) 736-1350 ~ Télécopieur (613) 736-1395
www.tac-atc.ca

ISBN 978-1-55187-318-4

Photos : Panneau Arrêt, Transports Alberta, révision de photo - Gerry Forbes
Panneau Cédez, <http://www.freeimages-photos.com>, révision de photo - Gerry Forbes

FORMULAIRE DE DOCUMENTATION DE RAPPORT DE L'ATC

Titre et sous-titre Pratiques recommandées pour les panneaux de signalisation à DEL (PSD)		
Date du rapport Décembre 2011	Nom et adresse de l'organisme de coordination Association des transports du Canada 2323, boulevard St-Laurent Ottawa (Ontario) K1G 4J8	N° ITRD
Auteur(s) Gerry Forbes	Nom et adresse des organismes affiliés Intus Road Safety Engineering Inc. 2606, Bluffs Way Burlington (Ontario) L7M 0T8	
Résumé <p>Le présent document énonce des lignes directrices concernant les panneaux de signalisation à DEL (PSD) sur les routes canadiennes. L'ajout de diodes électroluminescentes (DEL) clignotantes sur le devant d'un panneau de signalisation statique est un moyen d'en accroître la visibilité. Si des DEL servent à mettre en évidence la bordure d'un panneau de forme particulière, les PSD peuvent aussi accroître la distance de visibilité par faible luminosité. Les PSD peuvent causer de la distraction et diminuer l'efficacité des panneaux statiques similaires. On devrait donc limiter leur utilisation afin d'en réduire les effets négatifs. Pour profiter de la reconnaissance des formes qu'offrent les PSD, l'utilisation de ceux-ci devrait se limiter aux panneaux ARRÊT et CÉDEZ ainsi qu'au côté « Arrêt » des panneaux ARRÊT/LENTEMENT utilisés par les signaleurs, car ceux-ci sont facilement reconnaissables par leur forme unique.</p> <p>Le document a été élaboré pour servir de référence aux spécialistes de la circulation routière et pour compléter le <i>Manuel canadien de la signalisation routière</i> (MCSR), le principal document de référence technique concernant la conception et l'utilisation des dispositifs de signalisation.</p>		Mots clés Régulation et réglementation de la circulation Attention Conducteur Feu clignotant Amélioration Diode électroluminescente Recommandation Panneau de signalisation Visibilité Distance de visibilité
Information supplémentaire Le document <i>Knowledge Base for Recommended Practices for LED-Embedded Traffic Signs</i> est disponible par l'entremise du catalogue de la librairie électronique de l'ATC.		

Table des matières

Table des matières	i
Remerciements	ii
Résumé.....	iv
Comité directeur du projet.....	iii
1 Introduction.....	1
Portée	1
Utilisation du présent document	1
2 Conditions d'utilisation.....	3
Faire preuve de diligence.....	4
Considérer toutes les possibilités.....	4
3 Fréquence de clignotement	9
4 Mode de clignotement.....	11
5 Couleur des DEL.....	13
6 Nombre et disposition des DEL	15
7 Intensité des DEL	17
8 Autres points à considérer	19
Emplacement des panneaux.....	19
Application de la loi	19
Pannes de courant	19
Rétroreflexion des panneaux.....	19
9 Fonctionnement.....	21

Remerciements

Le rapport *Recommandations concernant les panneaux de signalisation à DEL* a été produit grâce au financement de plusieurs organismes. L'Association des transports du Canada (ATC) remercie sincèrement les partenaires de financement de projet suivants :

Transports Alberta
Ville d'Edmonton
International Municipal Signal Association
Infrastructure et Transports Manitoba
Ville de Montréal
Ministère des Transports du Nouveau-Brunswick
Ministère des Transports de l'Ontario
Ville d'Ottawa
Ministère des Transports du Québec
Ministère de la Voirie et de l'Infrastructure de la Saskatchewan
Transports Canada
Ville de Vancouver

Comité directeur du projet

Le présent rapport a été préparé sous la supervision d'un comité directeur de projet composé de membres bénévoles. La participation des membres du comité tout au long du projet a été grandement appréciée.

Richard Chow (président)
Transports Alberta

Elizabeth Ballard
Ville de Vancouver

Daniel Beaulieu
Ville de Montréal

Glenn Cuthbertson
Infrastructure et Transports Manitoba

Paul Hunt
Ministère de la Voirie et de l'Infrastructure de la Saskatchewan

James Keefe
International Municipal Signal Association

Don MacDonald
Ville d'Edmonton

Brian McKinney
Ministère des Transports du Nouveau-Brunswick

Greg Sergeant
Ville d'Ottawa

Simon Trépanier
Ministère des Transports du Québec

Nick Vukelich
Ministère des Transports de l'Ontario

Nicholas Weatherdon
Transports Canada

Katarina Cvetkovic (gestionnaire de projet pour l'ATC)

Résumé

L'ajout de diodes électroluminescentes (DEL) sur le devant d'un panneau de signalisation est un moyen parmi d'autres pour en accroître la visibilité. Les panneaux de signalisation à DEL (PSD) ont pour principal objectif d'accroître la visibilité d'un panneau statique par l'ajout de DEL clignotantes sur le devant du panneau. Si des DEL servent à mettre en évidence la bordure d'un panneau de forme particulière, les PSD peuvent aussi accroître la distance de lisibilité par faible luminosité. Toutefois, si une visibilité et une distance de lisibilité accrues par rapport aux panneaux statiques sont souhaitables, il reste que les PSD peuvent causer de la distraction et diminuer l'efficacité des panneaux statiques similaires. On devrait donc limiter l'utilisation des PSD afin d'en réduire les effets négatifs.

Pour profiter de la reconnaissance des formes qu'offrent les PSD, leur utilisation devrait se limiter aux panneaux ARRÊT et CÉDEZ ainsi qu'au côté « Arrêt » des panneaux ARRÊT/LENTEMENT utilisés par les signaleurs, car ceux-ci sont facilement reconnaissables par leur forme unique. On peut utiliser des PSD au lieu de panneaux statiques à des endroits où les usagers de la route ne s'attendent pas à voir un panneau ou encore aux endroits où l'attention des usagers de la route n'est pas dirigée vers un panneau critique. La capacité des PSD à attirer l'attention des usagers de la route est grandement diminuée s'ils sont largement utilisés par une organisation routière. Il est donc essentiel de gérer rigoureusement l'utilisation des PSD grâce à une approche technique judicieuse et à une prise de décisions rationnelle.

1 Introduction

Portée

Le présent document énonce des lignes directrices concernant les panneaux de signalisation à DEL (PSD) sur les routes canadiennes. Les PSD sont des panneaux de signalisation statiques qui ont été améliorés par l'ajout de diodes électroluminescentes (DEL) sur leur devant et qui se distinguent des panneaux à messages variables et des panneaux afficheurs de vitesse par le fait que des DEL servent à accroître la visibilité d'un panneau existant. Les panneaux à messages variables utilisent des DEL pour communiquer de nouveaux messages, tandis que les PSD servent à mettre en évidence un message existant. Les PSD diffèrent aussi des panneaux de signalisation illuminés de l'intérieur ou rétroéclairés.

Le document traite de la conception, du fonctionnement et de l'utilisation des PSD et établit des exigences obligatoires (indiquées par l'emploi du verbe devoir) et facultatives (indiquées par l'emploi du verbe pouvoir et du conditionnel). Les présentes recommandations complètent le *Manuel canadien de la signalisation routière* (MCSR), le principal document de référence technique concernant la conception et l'utilisation des dispositifs de signalisation.

Le présent guide traite des sujets suivants :

- *les conditions d'utilisation;*
- *la couleur des DEL;*
- *le nombre et la disposition des DEL;*
- *l'intensité ou la luminosité des DEL;*
- *le mode de clignotement (p. ex. clignotement simultané ou en alternance);*
- *la fréquence de clignotement (nombre de clignotements par seconde);*
- *d'autres points à considérer;*
- *le fonctionnement (clignotement continu, fonctionnement à temps fixe ou fonctionnement sur demande - mode adaptatif ou semi-adaptatif).*

Utilisation du présent document

Le présent document a pour but de présenter des lignes directrices concernant l'utilisation des PSD sur les routes canadiennes. Il a été élaboré principalement pour servir de référence aux spécialistes de la circulation routière ayant la responsabilité de choisir et de mettre en œuvre des dispositifs de signalisation.

Des efforts ardu ont été réalisés pour donner des renseignements exacts, à jour et complets concernant l'utilisation des PSD au Canada. Les présentes lignes directrices ont été largement élaborées suivant les principes connus des facteurs humains et des « bonnes pratiques » dans différentes organisations routières au Canada.

Dans la mesure du possible, les pratiques documentées donnent des indications quantitatives au sujet de l'utilisation et de l'installation des PSD. Il faut aussi compter sur un nombre raisonnable d'indications qualitatives et exercer un jugement technique selon les besoins de la situation donnée et selon l'organisation routière concernée.

2 Conditions d'utilisation

Les panneaux de signalisation à DEL (PSD) ont pour principal objectif d'*accroître la visibilité* des panneaux statiques par l'ajout de DEL clignotantes sur leur devant. Si des DEL servent à mettre en évidence la bordure d'un panneau de forme particulière, ou le pictogramme ou la légende du panneau, les PSD peuvent aussi *accroître la distance de lisibilité lors de conditions de faible lumière*. Bien qu'une visibilité et une distance de lisibilité accrues par rapport aux panneaux statiques soit souhaitable, il reste que les PSD peuvent causer de la distraction et diminuer l'efficacité des panneaux statiques similaires. Afin de réduire les effets négatifs qu'ils peuvent avoir, **l'utilisation des PSD devrait être limitée**.

Pour profiter de la reconnaissance des formes qu'offrent les PSD, l'utilisation de ceux-ci devrait *se limiter aux panneaux ARRÊT et CÉDEZ ainsi qu'au côté « Arrêt » des panneaux ARRÊT/LENTEMENT utilisés par les signaleurs*, car ceux-ci sont facilement reconnaissables par leur forme unique.

Certains symboles et pictogrammes, comme les chevrons de direction, ont des formes particulières, et les versions de ces images dotées de pixels peuvent aussi être reconnaissables d'un coup d'œil. Toutefois, comme il n'est pas prouvé que l'utilisation des PSD réduit le risque d'accidents et que l'expérience avec eux se limite surtout aux panneaux ARRÊT, il est conseillé pour le moment de limiter leur utilisation aux panneaux ARRÊT et CÉDEZ.

Pour ce qui est d'accroître la visibilité, en particulier dans les situations de manque d'attention, où les usagers de la route ne cherchent pas activement un panneau, les PSD donnent de meilleurs résultats qu'une amélioration de la pellicule rétro réfléchissante ou l'augmentation de la taille des panneaux. Cela est largement attribuable au clignotement des DEL. À cet égard, les PSD peuvent ne pas être meilleurs, mais être au moins aussi bons que les feux clignotants fixés au-dessus d'un panneau. Par conséquent, lorsque la visibilité d'un panneau est insuffisante, parce que les usagers de la route ne s'attendent pas à le voir dans cet environnement ou ne le recherchent pas activement, les PSD et les feux clignotants sont préférés aux autres techniques d'amélioration de la visibilité.

On peut utiliser des PSD au lieu de panneaux statiques aux endroits où les usagers de la route ne s'attendent pas à voir un panneau ou encore aux endroits où l'attention des usagers de la route n'est pas dirigée vers un panneau critique. Par exemple :

- les endroits où la visibilité des panneaux est limitée (p. ex. courbes horizontales et éblouissement à l'aube et au crépuscule);
- les endroits où il est difficile pour les usagers de la route de percevoir une intersection;
- les endroits où la signalisation est contraire à l'attente des usagers de la route;
- les endroits où l'on note des accidents dus au non-respect de la signalisation.

Faire preuve de diligence

L'efficacité des PSD pour attirer l'attention des usagers de la route tient notamment du fait qu'on les utilise avec modération. Cela signifie qu'ils constituent une anomalie dans le paysage habituel et se démarquent dans l'environnement. Or, cette capacité des PSD d'attirer l'attention des usagers de la route est grandement diminuée si leur utilisation est répandue dans une organisation routière. Il est donc essentiel de *gérer rigoureusement* l'utilisation des PSD grâce une approche technique judicieuse et à une prise de décisions rationnelle.

L'ajout de DEL sur le devant d'un panneau statique est une amélioration qui, si elle était largement utilisée, pourrait diminuer les effets du panneau statique. Pour maintenir intégralement la capacité des PSD d'attirer l'attention et pour éviter qu'ils diminuent l'efficacité des panneaux statiques à attirer l'attention, il faut utiliser les PSD avec modération.

La capacité des PSD d'attirer l'attention des usagers de la route peut aussi la détourner d'un autre panneau ou d'une autre condition. On ne doit pas utiliser les PSD dans des situations où ils deviennent eux-mêmes une distraction importante pour les automobilistes.

Considérer toutes les possibilités

L'ajout de DEL sur le devant d'un panneau de signalisation est un moyen parmi bien d'autres pour en accroître la visibilité. Les autres moyens disponibles et couramment utilisés aux approches des intersections qui ne sont pas contrôlées par des feux de circulation ou des panneaux ARRÊT sont notamment les suivants :

- *déplacer le panneau;*
- *accroître la dimension du panneau;*
- *employer une pellicule ayant un coefficient de rétro réflexion plus élevé;*
- *installer un panneau supplémentaire (du côté gauche);*
- *installer un panneau de danger SIGNAL AVANCÉ D'ARRÊT;*
- *ajouter une marque SIGNAL AVANCÉ D'ARRÊT sur la chaussée;*
- *ajouter des bandes rugueuses transversales;*
- *installer un feu clignotant au-dessus du panneau.*

Si la visibilité d'un panneau est insuffisante, ce qui entraîne habituellement un risque d'accidents accru, l'une ou l'autre des solutions ci-dessus ou encore l'ajout de DEL sur le devant du panneau sont des choix possibles. La meilleure démarche à cette situation consiste à essayer une des solutions possibles, puis de vérifier si le problème a été résolu et, si ce n'est pas le cas, à en essayer une autre, puis de faire l'évaluation de nouveau. On répète cette démarche itérative jusqu'à ce que le problème soit résolu. Pour déterminer l'ordre dans lequel on essaye les solutions, on devrait suivre les principes suivants :

1. S'assurer que la solution convient au problème

Par exemple, s'il existe un problème de visibilité à toute heure du jour et de la nuit, l'emploi d'une pellicule ayant un coefficient de rétro réflexion plus élevé ne convient généralement pas, car il ne répond qu'à la situation de nuit. Par contre, si le problème semble être le

manque d'attention (c.-à-d. le fait que les usagers de la route ne cherchent pas activement un panneau), un feu clignotant ou un PSD peut être préférable.

2. Revoir les preuves disponibles de l'efficacité de la solution

L'état des connaissances au sujet d'un dispositif ou d'une solution en particulier évolue sans cesse, et le spécialiste devrait avoir l'information la plus à jour afin de prendre des décisions éclairées.

3. Se conformer aux politiques locales

S'il existe une politique ou une pratique établie dans une organisation routière, il est important de s'y conformer pour répondre aux attentes des usagers de la route.

4. Privilégier la solution ayant le minimum d'effets sur l'environnement

Tous les choix possibles tendent à avoir des effets minimaux. Toutefois, les politiques de ciel étoilé, qui visent à préserver et à protéger l'environnement de nuit grâce à un éclairage extérieur respectueux de l'environnement, peuvent être à considérer.

5. Choisir la solution la moins chère

Le choix du traitement doit prendre en compte les coûts des immobilisations et les coûts de fonctionnement.

L'ajout d'un feu clignotant ou le remplacement d'un panneau statique par un PSD sont des solutions que les automobilistes remarqueront. Ces deux solutions sont aussi les plus susceptibles de diminuer l'efficacité des panneaux statiques. Par conséquent, on ne devrait les utiliser qu'en dernier recours pour accroître la visibilité, sauf si les conditions les imposent.

Puisque les PSD sont destinés à améliorer les panneaux ARRÊT et CÉDEZ et qu'ils sont un choix possible parmi bien d'autres pour accroître la visibilité, les recommandations générales ci-dessous sont formulées.

On peut accroître la visibilité d'un panneau ARRÊT ou CÉDEZ à l'aide d'une ou de plus d'une des mesures disponibles quand l'une ou l'autre des conditions suivantes est présente :

- une fréquence élevée d'accidents due au défaut de percevoir un panneau ARRÊT ou CÉDEZ (p. ex. au moins deux accidents à signaler par an sur une période de trois ans ou, si l'on souhaite une période d'examen plus longue, au moins trois accidents par an sur une période de cinq ans);
- un taux élevé de non-respect d'un panneau ARRÊT découlant du fait que les automobilistes ne le remarquent pas ou le remarquent trop tard;
- la limite de vitesse sur au moins une des routes qui se croisent est de 90 km/h ou plus et le défaut de percevoir la signalisation à l'intersection peut entraîner de graves accidents;
- un environnement visuellement complexe dans lequel le panneau ARRÊT ou CÉDEZ n'est pas facilement détecté ou d'autres éléments du paysage retiennent l'attention des usagers de la route;
- une approche d'intersection exigeante, qui détourne l'attention de la signalisation de l'intersection vers d'autres aspects de la conduite automobile.

Si l'une ou l'autre des conditions ci-dessus est satisfaite, le spécialiste devrait envisager de mettre en œuvre les solutions dans l'ordre suivant, de haut en bas :

- A. *Accroître la dimension du panneau*
- B. *Employer une pellicule ayant un coefficient de rétro réflexion plus élevé*
- C. *Installer un panneau supplémentaire (du côté gauche)*
- D. *Installer un panneau SIGNAL AVANCÉ D'ARRÊT*
- E. *Ajouter une marque SIGNAL AVANCÉ D'ARRÊT sur la chaussée*
- F. *Ajouter des bandes rugueuses transversales*
- G. *Installer un feu clignotant au-dessus du panneau*
- H. *Ajouter des DEL sur la bordure du panneau*

On ne devrait pas envisager les solutions A et B si la visibilité du panneau à l'approche de l'intersection est inférieure à la distance de visibilité d'arrêt et si l'obstruction à la visibilité ne peut être supprimée. La solution C ne peut être efficace que si le panneau installé du côté gauche est visible d'un point en amont offrant la distance de visibilité d'arrêt. Si le panneau n'est pas visible d'assez loin en amont, les solutions G et H offriront aussi de courtes distances de visibilité, mais le clignotement pourra aider à améliorer la détection et la perception du panneau. Ces solutions ne sont généralement pas utiles lorsque la visibilité est limitée.

Le recours à la solution B devrait se limiter aux situations où l'on note des taux élevés d'accidents ou des taux élevés de non-respect d'un panneau ARRÊT pendant les périodes d'obscurité.

On ne devrait pas recourir à la solution F en milieu urbain, car le bruit créé par les bandes rugueuses dérangera les résidents des alentours. Le document intitulé *Lignes directrices sur les bonnes pratiques de conception et de mise en place de bandes d'alerte transversales* (ATC, 2005) donne d'autres conseils concernant les bandes rugueuses transversales.

Les solutions D, E et F comportent la mise en place d'éléments en amont de l'intersection, et on ne devrait y recourir que s'il n'existe aucune intersection ni voie d'accès importante entre l'intersection problématique et la solution en amont. En outre, ces solutions devraient être implantées suffisamment loin en aval de la dernière intersection croisée par l'automobiliste pour que celui-ci ne soit pas porté à manquer la solution par distraction. À cette fin, il est suggéré d'implanter ces solutions à au moins 3 secondes en aval de la dernière intersection à la limite de vitesse affichée.

On ne devrait recourir aux solutions F, G et H qu'aux approches où le volume de circulation est d'au moins 500 véhicules par jour. En outre, puisque ces solutions comportent le risque de diminuer l'efficacité des panneaux statiques, on ne devrait les essayer qu'après avoir exclu tous les panneaux statiques et solutions de marquage de la chaussée, ou après les avoir essayés et qu'ils se soient avérés inefficaces.

On ne doit pas employer les solutions G et H à une même approche. Le principal avantage de l'une ou l'autre de ces solutions réside dans le clignotement. L'installation de l'un ou l'autre des dispositifs devrait suffire pour attirer l'attention des usagers de la route. L'emploi des deux

solutions à un même endroit pourrait créer une série de sources lumineuses visant à attirer de plus en plus l'attention des usagers de la route grâce à différents dispositifs dont chacun est plus visible que le précédent. Cette pratique contribuera à diminuer considérablement l'efficacité du panneau statique en attirant l'attention des automobilistes.

3 Fréquence de clignotement

Les PSD devraient avoir une fréquence de 50 ou 60 clignotements par minute (en conformité avec la politique locale), et qui *pourrait* être augmentée jusqu'à 120 clignotements par minute si une étude technique indique que la vitesse de clignotement initiale ne produit pas l'effet escompté en termes de temps de visibilité du panneau ou de temps de réaction du conducteur. Puisque la visibilité augmente et le temps de perception diminue au fur et à mesure que la fréquence de clignotement augmente, il pourrait être avantageux d'augmenter la fréquence à 120 clignotements par minute si un PSD reste inaperçu à une fréquence de 60 clignotements par minute. De plus, une fréquence de clignotement plus rapide donne un plus grand sentiment d'urgence. Par conséquent, dans des conditions de visibilité limitée où une réaction rapide est requise, une fréquence de 90 ou 120 clignotements par minute peut être plus appropriée.

Si un PSD fonctionne sur demande (par détection), la fréquence de clignotement peut aussi varier suivant les recommandations de la section 9.

Les PSD ne doivent pas clignoter à des fréquences entre 5 et 30 clignotements par seconde puisque ces fréquences peuvent déclencher des crises d'épilepsie.

4 Mode de clignotement

Puisque les DEL ajoutés sur le devant d'un panneau mettent en évidence la forme, ils doivent clignoter simultanément. De plus, si deux panneaux similaires à un endroit sont dotés de DEL (p. ex. des panneaux ARRÊT installés sur les deux côtés d'une route), ils doivent être synchronisés pour clignoter en même temps et à la même fréquence.

5 Couleur des DEL

Suivant le principe fondamental selon lequel les DEL visent à mettre en évidence la forme d'un panneau ARRÊT ou CÉDEZ et que la couleur dominante de ces panneaux est le rouge, les DEL placées sur leur bordure doivent aussi être rouges.

La chromaticité (ou la région chromatique) des DEL rouges doit être conforme à l'espace chromatique (ou diagramme de chromaticité) de 1931 de la Commission internationale de l'éclairage (CIE), comme suit :

Tableau 1: Coordonnées de chromaticité pour la couleur des DEL
(d'après le diagramme de chromaticité de 1931 de la CIE)

Couleur	Point	x	y
Rouge	1	0,692	0,308
	2	0,681	0,308
	3	0,700	0,290
	4	0,710	0,290

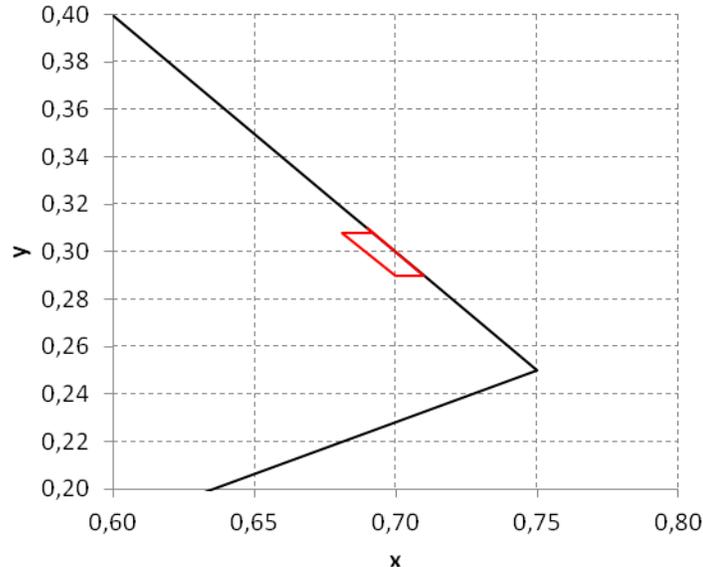


Figure 1 – Diagramme de chromaticité montrant les couleurs des PSD

La couleur de tous les pixels devrait être uniforme dans l'ensemble du dispositif. Comme règle générale, la longueur d'onde dominante de tout contrôle chromatique individuel devrait se situer à moins de 3 nm de la longueur d'onde dominante moyenne de toutes les DEL sur le devant d'un panneau.

6 Nombre et disposition des DEL

Les DEL allumées affichent une image du contour ou de la forme du panneau. Il faut prévoir un nombre suffisant de DEL à un espacement adéquat pour que l'usager de la route puisse percevoir la forme représentée par la disposition des DEL sans que celles-ci ne causent ni éblouissement ni distraction.

Une forme peut être représentée par une série de DEL individuelles ou de groupes de DEL rapprochées apparaissant comme un seul point de lumière à un observateur. Chaque point de lumière formé par une DEL ou un groupe de DEL est appelé un *pixel*. L'espacement de centre à centre des pixels est appelé le *pas*. Comme son nom l'indique, le diamètre d'un pixel est sa largeur. Toutefois, la lumière des DEL a un effet de halo¹, et la largeur apparente d'un pixel est plus grande que sa largeur réelle.

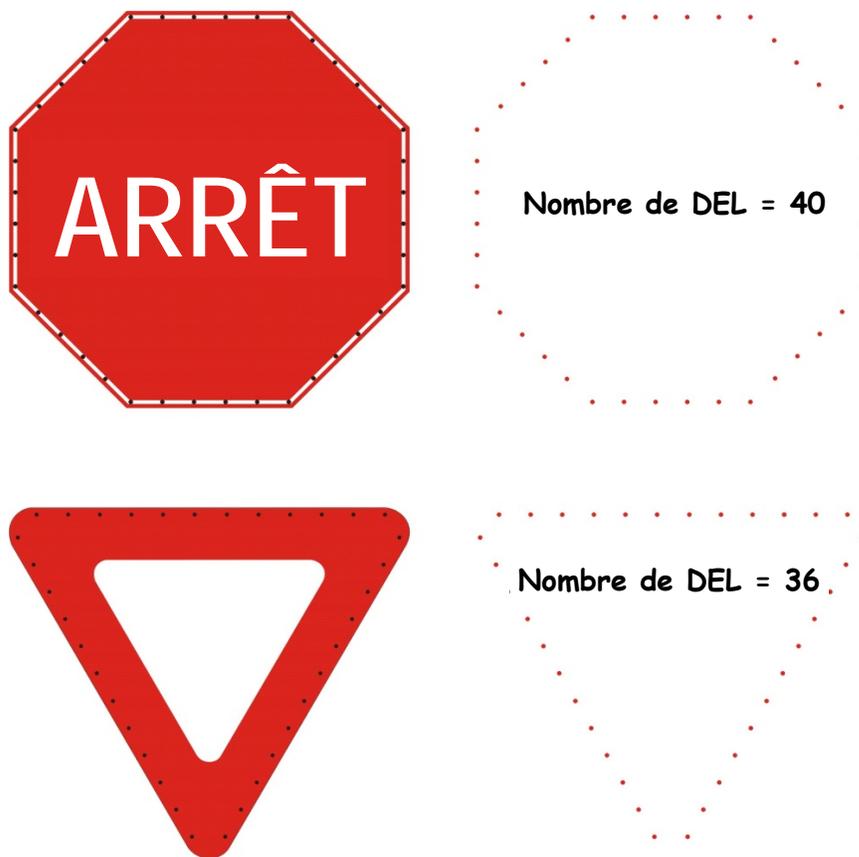
Le nombre et la disposition des pixels doivent présenter une ressemblance raisonnable avec la forme du panneau statique. Le diamètre des pixels sur le PSD devrait être de 5 à 10 mm, des pixels plus petits étant généralement utilisés sur des panneaux de plus petite taille. Il est permis de grouper des DEL pour former un seul pixel. Les pixels doivent être placés uniquement sur la bordure du panneau, et leur espacement ne doit pas être supérieur à 8 % de la dimension du panneau. On doit utiliser l'espacement des pixels choisi pour déterminer le nombre minimal de pixels sur chaque panneau. La figure 2 présente des exemples de panneaux ARRÊT ou CÉDEZ de 760 mm dotés de DEL. Tous les pixels sont uniformément espacés.

Le tableau 2 donne le pas maximal des pixels pour les dimensions les plus fréquentes de panneaux ARRÊT et CÉDEZ.

Tableau 2 : Espacement des pixels sur les panneaux ARRÊT et CÉDEZ

Taille du panneau (mm)	Pas maximal des pixels (mm)
450	36
600	48
760	61
900	72

¹ Un effet de halo résulte d'un important contraste entre les portions adjacentes illuminées et non illuminées d'un panneau. La lumière semble déborder et se répandre sur la surface non illuminée, faisant apparaître la source lumineuse plus grande que ce qu'elle est réellement.



Dimension du panneau = 760 mm
 Diamètre des DEL = 8 mm
 Pas des pixels = 60 mm

Figure 2 : Exemples de disposition et d'espacement des pixels

7 Intensité des DEL

L'intensité ou la luminosité des PSD doit créer un contraste avec l'environnement dans lequel il se trouve, de sorte que le panneau soit assez brillant pour être visible des alentours, mais pas au point de causer un éblouissement perturbateur.

On décrit généralement l'intensité de la lumière émise par une DEL à l'aide de deux éléments : l'intensité lumineuse dans l'axe (la luminosité des DEL quand on les regarde de face), et le mode de radiation spatiale (la luminosité des DEL quand on les regarde de différents angles). Les DEL sont conçues pour émettre de la lumière en un faisceau étroit, ce qui fait que la lumière semble plus brillante quand on regarde les DEL de face. L'intensité diminue au fur et à mesure que l'observateur s'éloigne de l'axe du faisceau. L'angle de visionnement d'une DEL est l'angle auquel correspond une intensité lumineuse équivalant à la moitié de ce qu'elle est dans l'axe.

Plusieurs fabricants de panneaux décrivent la puissance lumineuse des DEL en utilisant des termes comme « superbrillante » et « ultrabrillante ». Ces termes sont tout à fait subjectifs.

L'intensité lumineuse minimale des DEL devrait être en conformité avec la pratique de l'industrie afin d'assurer un contraste adéquat avec l'extérieur. L'intensité hors axe devrait aussi être en conformité avec la pratique de l'industrie afin d'assurer une visibilité adéquate des DEL à l'approche du PSD. Toutes les DEL d'un dispositif doivent avoir le même angle de visionnement. L'intensité lumineuse maximale ne doit pas être supérieure à cinq fois l'intensité lumineuse minimale, créer un éblouissement perturbateur, réduire la lisibilité du panneau ni distraire indument les automobilistes.

Les PSD qui fonctionnent dans différentes conditions de lumière ambiante devraient être munis d'une photocellule permettant d'ajuster l'intensité des DEL à la lumière ambiante. Par contre, les PSD qui clignotent continuellement tout au long de la journée peuvent être dotés d'une minuterie et d'un contrôle qui baisse automatiquement la lumière lors de conditions de faible lumière ambiante, afin de réduire l'éblouissement et la distraction.

Le rapport des intensités lumineuses maximale et minimale d'un même dispositif doit être d'au plus de 5 à 1.

L'efficacité des PSD est en partie liée à l'intensité des DEL. Puisque l'intensité des DEL décroît au fil du temps, des inspections périodiques des installations par un personnel compétent devraient être menées afin de s'assurer que les niveaux d'intensité lumineuse et le contraste avec l'arrière-plan restent satisfaisants.

8 Autres points à considérer

Emplacement des panneaux

On ne devrait utiliser les DEL que sur des panneaux installés aux endroits prévus par le MCSR ou par la politique locale. Il y a des risques à utiliser un PSD dans d'autres circonstances, car cela peut confondre les automobilistes durant la nuit et entraîner des accidents. Aussi, à cause des angles de visionnement des DEL, un conducteur ne peut voir celles-ci dans les derniers 20 à 30 mètres avant de croiser un PSD. Il faut tenir compte de cette particularité si la visibilité ou la lisibilité d'un PSD est problématique.

Application de la loi

L'ajout de DEL rouges clignotantes sur la bordure de panneaux statiques ne peut remplacer un feu rouge clignotant à une intersection à cause de la signification légale rattachée au feu. Un feu rouge clignotant est associé à l'obligation légale d'immobiliser le véhicule. Les DEL rouges clignotantes représentant la forme octogonale d'un panneau ARRÊT n'ont pas cette signification. Un PSD ne peut convenablement remplacer un feu clignotant servant à signifier l'obligation d'arrêter.

Enfin, dans certaines organisation routières au Canada, les dimensions et l'apparence des panneaux ARRÊT et CÉDEZ sont règlementés de telle sorte que l'ajout de DEL sur leur devant peut les rendre « non officiels » et leur enlever leur caractère obligatoire. Le spécialiste devrait vérifier au préalable les aspects juridiques et liés à l'application de la loi que touche l'utilisation des PSD, ainsi que les modifications législatives nécessaires, s'il y a lieu.

Pannes de courant

L'efficacité des DEL clignotantes est nulle lors d'une panne de courant ou d'une défaillance de l'alimentation électrique d'un PSD. Pour cette raison, des inspections périodiques sur place de la source d'alimentation et du matériel auxiliaire par du personnel compétent sont recommandées.

Rétro réflexion des panneaux

Les spécialistes dans le domaine ne sont pas parvenus à un consensus quant au type de pellicule ou au coefficient minimal de rétro réflexion requis sur un PSD. Néanmoins, les PSD sont une solution pour accroître la visibilité d'un panneau qui est généralement mise en œuvre après en avoir essayé d'autres qui se sont avérées infructueuses. Cela signifie que les panneaux statiques qui remplacent les PSD sont minimalement munis d'une pellicule rétro réfléchissante de type III. Le niveau minimal de rétro réflectivité du panneau de base d'un PSD devrait donc être égal ou supérieur à celui du panneau statique qu'il remplace. Cela garantit que le panneau sera au moins aussi visible qu'auparavant en cas de panne de courant et à d'autres moments où il se trouve dans l'obscurité.

9 Fonctionnement

Les PSD peuvent fonctionner en tout temps, mais ils sont généralement plus efficaces si leur fonctionnement est à temps fixe ou à la demande (par détection - mode adaptatif ou semi-adaptatif).

Un fonctionnement à temps fixe comporte habituellement le clignotement continu des DEL durant les périodes d'obscurité. Le clignotement peut être déclenché par une photocellule ou être programmé par minuterie. Quoi qu'il en soit, le fonctionnement à temps fixe suivant est recommandé :

- *les PSD doivent être éteints et commencer à clignoter uniquement après un événement déclencheur;*
- *les PSD doivent cesser de fonctionner à un moment prédéterminé après l'événement déclencheur ou, dans le cas d'une détection, dès la fin de la demande;*
- *tous les PSD associés à une même installation doivent commencer et cesser de fonctionner simultanément.*

Une autre amélioration d'un PSD consiste à le faire fonctionner à la demande (par détection de la circulation). Une organisation routière peut recourir au fonctionnement à la demande pour un PSD à clignotement continu ou à temps fixe pour une ou plus d'une des raisons suivantes :

- économiser l'énergie;
- se conformer aux politiques de ciel étoilé;
- diminuer l'intrusion lumineuse sur les terrains avoisinants;
- accroître la crédibilité des PSD en ne les faisant clignoter qu'au besoin;
- réduire les effets négatifs des PSD sur l'efficacité des panneaux statiques.

Dans le cas d'un PSD fonctionnant à la demande, un détecteur est requis en amont de la ligne d'arrêt pour repérer les véhicules approchant de l'intersection. Si le détecteur permet de repérer uniquement la présence d'un véhicule à un point précis sur la chaussée, son emplacement et la durée du clignotement du PSD devraient être :

$$D = \frac{V^2}{2a}$$

où :

- D : distance de la ligne d'arrêt au détecteur (mètres)
- V : limite de vitesse affichée de l'approche (km/h)
- a : taux de décélération confortable (12,3 km/h/s)

$$t = \frac{V}{a}$$

où :

t : durée du clignotement (secondes)

V : limite de vitesse affichée de l'approche (km/h)

a : taux de décélération confortable (12,3 km/h/s)

Si le détecteur est capable de repérer la présence d'un véhicule et de mesurer sa vitesse, son emplacement devrait répondre au rapport ci-dessus, mais il peut être avantageux d'employer une fréquence de clignotement différente. La littérature indique qu'une fréquence de clignotement plus rapide donne un plus grand sentiment d'urgence à l'utilisateur de la route. Par conséquent, le fait d'augmenter la fréquence de clignotement lorsque la vitesse d'approche est élevée peut aider à attirer l'attention du conducteur et lui communiquer le besoin de ralentir rapidement. Voici les recommandations :

Différence entre la vitesse mesurée et la limite de vitesse affichée (km/h)	Fréquence de clignotement (clignotements/s)
< 20	60
$21 < V < 35$	90
$V > 36$	120