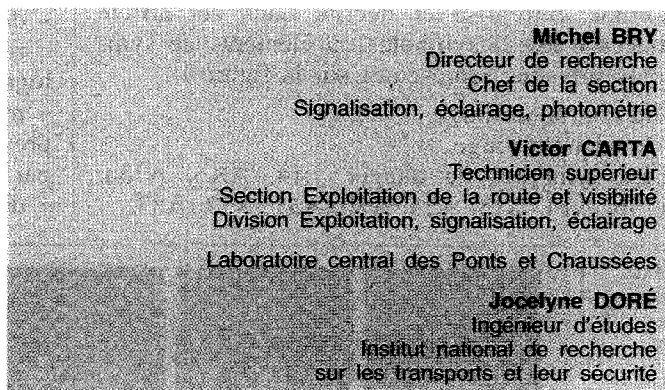
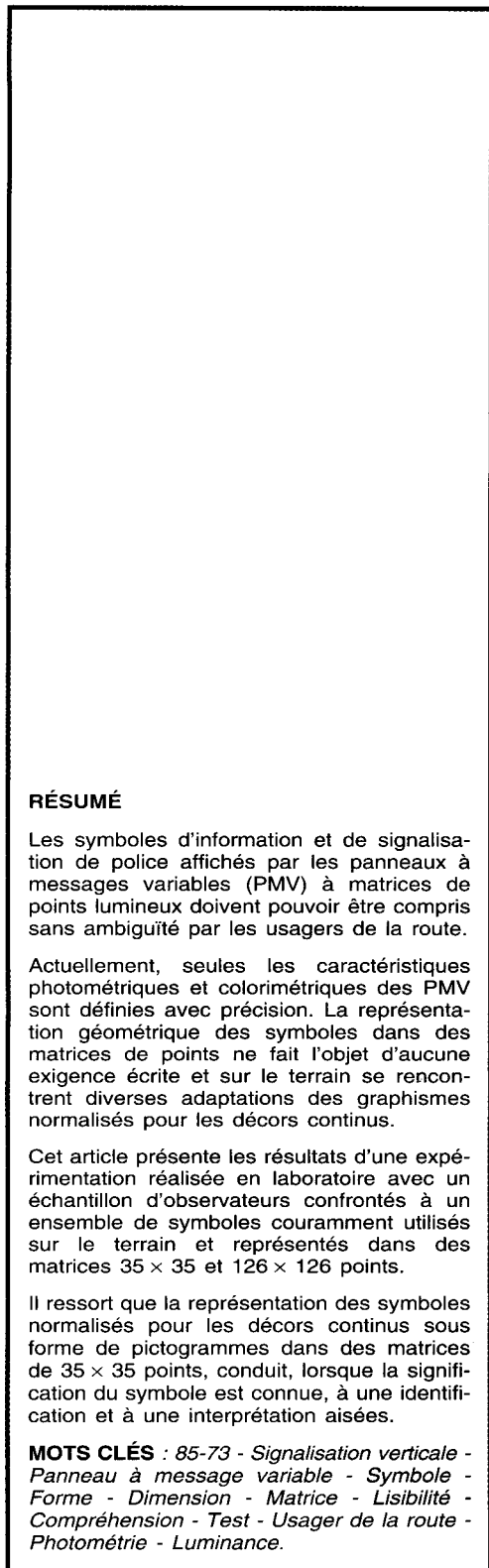


Étude de la représentation de symboles de signalisation routière sur des panneaux à messages variables matriciels



RÉSUMÉ

Les symboles d'information et de signalisation de police affichés par les panneaux à messages variables (PMV) à matrices de points lumineux doivent pouvoir être compris sans ambiguïté par les usagers de la route.

Actuellement, seules les caractéristiques photométriques et colorimétriques des PMV sont définies avec précision. La représentation géométrique des symboles dans des matrices de points ne fait l'objet d'aucune exigence écrite et sur le terrain se rencontrent diverses adaptations des graphismes normalisés pour les décors continus.

Cet article présente les résultats d'une expérimentation réalisée en laboratoire avec un échantillon d'observateurs confrontés à un ensemble de symboles couramment utilisés sur le terrain et représentés dans des matrices 35 × 35 et 126 × 126 points.

Il ressort que la représentation des symboles normalisés pour les décors continus sous forme de pictogrammes dans des matrices de 35 × 35 points, conduit, lorsque la signification du symbole est connue, à une identification et à une interprétation aisées.

MOTS CLÉS : 85-73 - Signalisation verticale - Panneau à message variable - Symbole - Forme - Dimension - Matrice - Lisibilité - Compréhension - Test - Usager de la route - Photométrie - Luminance.

Introduction

La signalisation verticale routière utilise de plus en plus de panneaux à messages variables (PMV) tant pour l'information des usagers que pour la signalisation de police. Diverses technologies permettent de fabriquer ces PMV, en particulier des technologies à matrices de points lumineux formés essentiellement de diodes électroluminescentes ou de fibres optiques. En l'absence de règles établies, la taille des points lumineux et leur implantation sur les faces utiles des panneaux varient, pour un même symbole, selon les fabricants. Seules les exigences photométriques et colorimétriques sont actuellement définies dans des normes pour répondre aux besoins des usagers de la route.

Le passage sans règles établies d'un décor continu, dont le graphisme est défini dans les différentes parties de la norme **NF P 98-532** [1], à un décor discontinu peut donc conduire, selon la technologie utilisée, la dimension retenue du panneau, le libre arbitre de chaque industriel, à des graphismes sensiblement différents du symbole continu pris comme référence. Leur identification par les usagers peut alors devenir difficile sinon aléatoire.

Face à cette situation, le Laboratoire central des Ponts et Chaussées (LCPC) a proposé en 1993, de mener une étude en collaboration avec l'INRETS (Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité) pour définir

le détail de la représentation des symboles continus dans des matrices de points. Les tailles minimales seraient définies pour obtenir des niveaux de compréhension de même ordre que à ceux des symboles continus normalisés de tailles équivalentes. Un ordre de priorité des symboles à étudier a été établi sur la base des symboles de PMV les plus souvent achetés par les gestionnaires.

L'étude entreprise et décrite dans cet article concerne les 28 symboles ou éléments de symboles suivants, représentés sur la figure 1 :

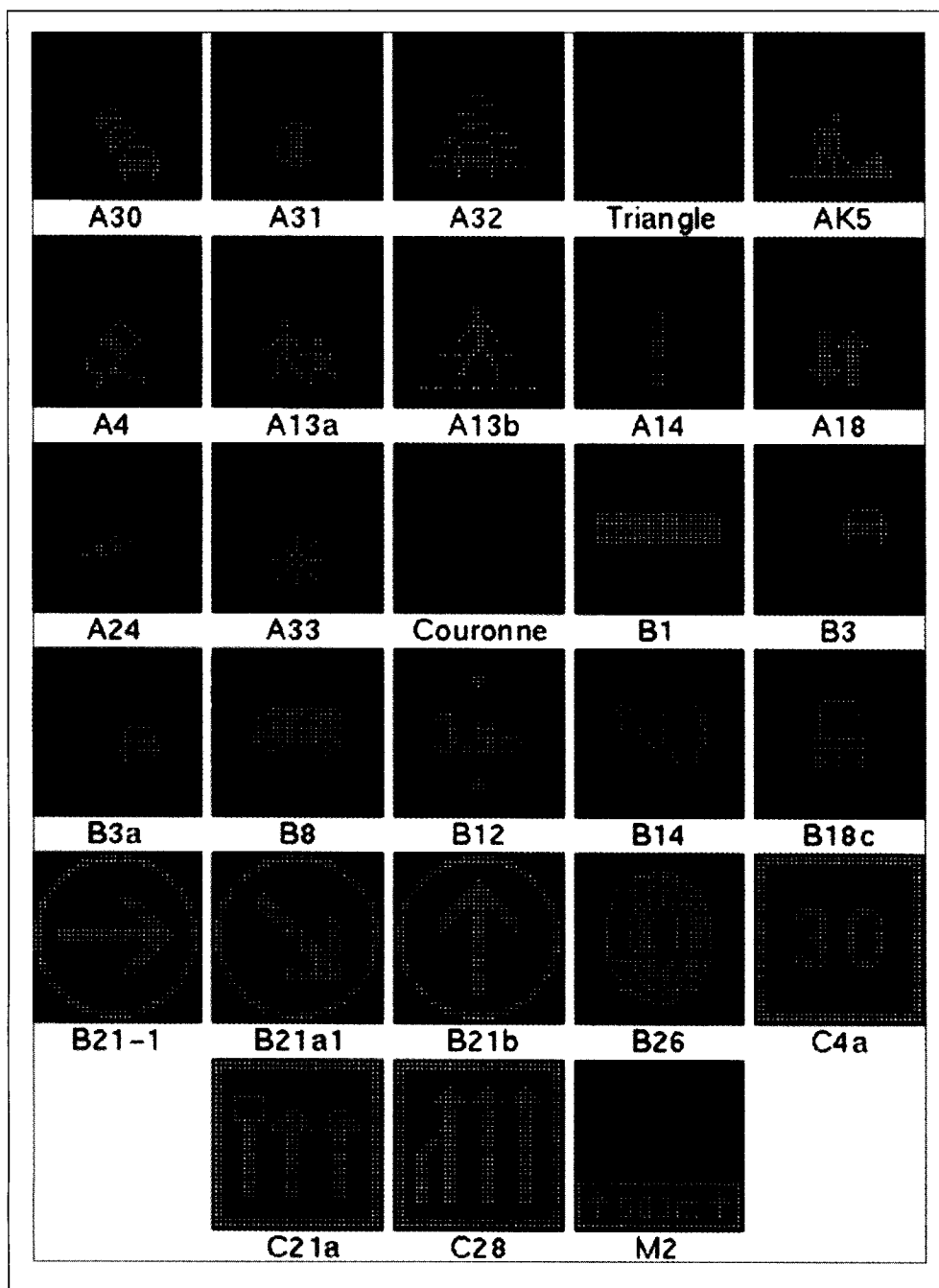
- la couronne rouge,
- le triangle rouge,
- les symboles de danger : A4, AK5, A13a, A13b, A14, A18, A24, A30, A31, A32, A33,

- les symboles de prescription : B1, B3, B3a, B8, B12, B14, B18c, B21-1, B21a1, B21b, B26,
- les symboles d'indication : C4a, C21a, C28,
- le symbole M2.

Elle a comporté plusieurs phases pour sa préparation, son exécution et son dépouillement :

- choix des dimensions de matrices pour réaliser les pictogrammes à partir des graphismes des symboles continus normalisés,
- définition des conditions d'observations,
- réalisation de diapositives représentant les pictogrammes,
- mise au point du protocole expérimental de présentation des diapositives et passage des tests par les observateurs sélectionnés,
- dépouillement des résultats.

Fig. 1



Choix des dimensions des matrices

Compte tenu des contraintes des industriels qui utilisent souvent des modules de base rectangulaires comportant 5×7 points ou 9×7 points, les 3 matrices initialement retenues pour la représentation des pictogrammes présentent des définitions de 35×35 , 63×63 (Fig. 2) et 126×126 points.

Selon la difficulté de réalisation des pictogrammes à partir des graphismes des symboles continus, l'idée d'une quatrième représentation dans une matrice de définition plus élevée avait été retenue. Dans la pratique l'utilisation d'une matrice 126×126 points a montré qu'il n'était pas nécessaire de rechercher une meilleure définition et finalement seules les matrices 35×35 et 126×126 points ont été expérimentées.

Pour bien appréhender le problème, on a d'abord étudié les représentations dans la matrice de plus faible définition (35×35). À partir des résultats ainsi obtenus, on a pu limiter le nombre de symboles à étudier dans une matrice de plus grande définition lorsque les graphismes étaient très bien identifiés dans les matrices 35×35 , et on a modifié légèrement le graphisme de certains symboles dont l'identification paraissait pouvoir être améliorée facilement.

Définition des conditions d'observation

La méthodologie retenue est celle couramment utilisée, au cours de ces dernières années, pour juger du taux d'identification et de compréhension de panneaux routiers de signalisation verticale. Les temps de présentation des messages ont été adaptés en fonction des objectifs à atteindre.

Les symboles sont présentés à des observateurs sous forme de diapositives projetées sur un verre dépoli, dans une salle où sont contrôlées les conditions d'éclairage.

Les caractéristiques photométriques et colorimétriques des pictogrammes observés sur le verre dépoli sont ajustées, grâce à des mesures de luminance et de couleur, afin de correspondre aux valeurs habituellement rencontrées la nuit sur la route. Les valeurs réellement présentées aux observateurs sont les suivantes :

- la luminance du blanc des symboles est comprise entre 130 et 170 cd.m^{-2} ,
- la luminance du rouge des couronnes et des triangles est comprise entre 30 et 40 cd.m^{-2} ,
- la luminance des parties jaunes des symboles est d'environ 175 cd.m^{-2} ,
- la luminance de la partie noire du pictogramme est comprise entre $2,5$ et 4 cd.m^{-2} ,

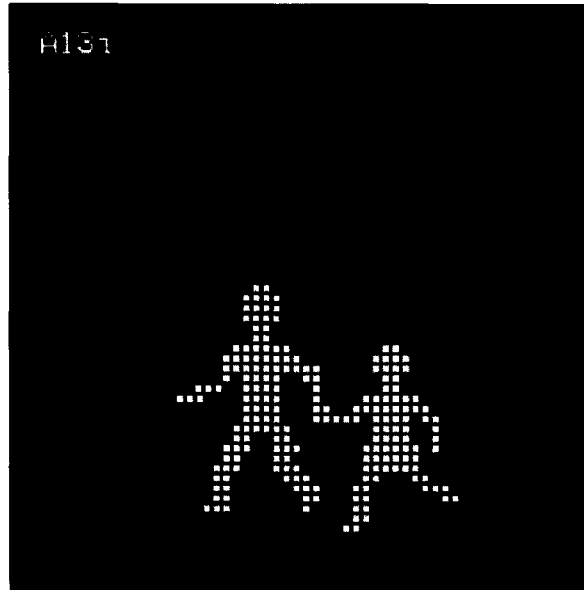


Fig. 2 - Exemple de représentation dans une matrice de 63×63 points.

- la luminance du fond sur lequel est présenté le panneau est comprise entre 40 et 50 cd.m^{-2} ,
- les coordonnées de chromaticité du rouge des couronnes et des triangles sont $x = 0,64$, $y = 0,32$,
- les coordonnées de chromaticité du blanc des symboles sont $x = 0,44$ et $y = 0,40$,
- les coordonnées de chromaticité du jaune des symboles sont $x = 0,53$ et $y = 0,45$.

La distance d'observation retenue en salle pour les essais, équivaut à une distance d'observation sur route de 100 mètres pour un panneau de gamme très grande [2]. Elle est de 3 mètres compte tenu du diamètre extérieur de $37,5$ millimètres de la couronne rouge des panneaux de prescription projetés sur le verre dépoli.

L'éclairage de la salle correspond sensiblement à des conditions de circulation de nuit dans des zones faiblement éclairées : l'éclairage vertical au droit du dépoli est d'environ 10 lx et l'éclairage horizontal au niveau des yeux de l'observateur est également d'environ 10 lx .

Réalisation des diapositives

Création des images

Les symboles matriciels, dont le dessin doit correspondre à celui des panneaux à décor continu (AK5, A13a, etc.), sont créés à l'aide du programme EDGAR [3] en utilisant l'algorithme de traduction automatique « continu-matriciel ».

Dans ce cas, c'est à partir du contour des symboles du décor continu, préalablement digitalisé,

que sont générés les points élémentaires du panneau matriciel. Le nombre de ces points élémentaires va varier en fonction de la taille de la matrice dans laquelle va s'inscrire le panneau choisi.

Les panneaux A30 à A33 ne figurant pas dans la norme **NF P 98-532**, ils sont réalisés de manière interactive avec l'éditeur graphique d'EDGAR à partir des schémas disponibles.

Une fois mise au point, l'image de chaque panneau est enregistrée dans un fichier, au format RLE (Run Length Encoding), pour permettre l'affichage ultérieur du symbole matriciel, sur n'importe quel type d'écran, en donnant aux points élémentaires la taille et la forme souhaitées (circulaire ou carrée) et fixer l'espace entre ces points.

Les dimensions de la représentation définitive du symbole sont déterminées en fonction des conditions géométriques d'observation choisies. C'est cette image qui est alors « capturée » pour être enregistrée dans un fichier au format TIFF (Tagged Image File Format).

À partir de ces fichiers les images des panneaux sont transférées par l'intermédiaire d'un imageur numérique (AGFA Matrix PCR) sur un film inversible pour obtenir les diapositives qui seront présentées aux observateurs.

Mise au point des diapositives

L'obtention sur le verre dépoli des caractéristiques photométriques et colorimétriques souhaitées pour les pictogrammes a nécessité une étude préalable pour fixer les valeurs des paramètres indispensables à la création des diapositives et à leur projection sur le dépoli.

Par ailleurs, l'utilisation du logiciel EDGAR pour la création des pictogrammes a conduit pour les matrices 35 × 35 points à une dégradation sensible du graphisme de certains symboles. Des retouches ont ainsi été nécessaires pour redonner aux pictogrammes concernés une forme plus pertinente eu égard au graphisme du décor continu et à la signification du symbole. Ce travail a été réalisé sur écran, par l'équipe chargée de l'étude, préalablement à la réalisation des diapositives. Il a principalement porté sur la représentation des personnages des panneaux AK5, A13a, A13b, des véhicules des panneaux A4, B8, A30, de la manche à air du panneau A24, des flèches des panneaux C21a, A18, C28, M2, du brouillard du panneau A32 et du flocon de neige du panneau A33.

Ces différents problèmes étant résolus, les 28 symboles ont été représentés sous formes de pictogrammes dans les matrices choisies.

Mise au point du protocole expérimental de présentation des diapositives

Temps de présentation

Pour comprendre le processus de décryptage progressif des symboles par les observateurs, les temps de présentation ont été ajustés au cours d'une préétude afin que la probabilité d'identification des pictogrammes soit faible au temps le plus court et très élevée au temps le plus long.

Les temps finalement retenus sont :

- 100 ms,
- 200 ms,
- 400 ms,
- 700 ms,
- affichage fixe.

L'affichage fixe permet aux observateurs n'ayant pas réussi à identifier un pictogramme de fournir éventuellement des commentaires sur les raisons de leur échec aux présentations de plus courte durée.

Définition de la consigne donnée aux observateurs

La consigne a pour but de décrire succinctement à l'observateur les conditions expérimentales et de lui indiquer les formes d'expression de ses réponses.

Choix et sélection des observateurs

Les observateurs ont été sélectionnés en fonction de leur sexe (50 % d'hommes et 50 % de femmes), de leur âge (< 30 ans, 30 à 45 ans et > 45 ans) et de leurs performances visuelles (les sujets présentant des défauts dans la vision des couleurs ou ayant une acuité visuelle binoculaire inférieure à 8 n'ont pas été retenus). Tous disposent de leur permis de conduire. Vingt-six observateurs ont été sélectionnés pour chacune des deux séries de présentations.

Ordre de présentation des diapositives

Pour chaque série de diapositives, les symboles sont présentés dans un ordre aléatoire raisonné en tenant compte des formes des symboles (cercles, couronnes, personnages, flèches,...), de leur difficulté d'identification et d'interprétation présumée. L'ordre de présentation est ensuite décalé d'une diapositive pour chaque observateur de façon à lisser les effets d'apprentissage de la tâche (réel pour les premières présentations) au fur et à mesure du passage des observateurs.

Résultat des observations et présentation des résultats individuels

On présente à chaque observateur toutes les diapositives de la série pendant 100 ms, puis pendant 200 ms etc. Pour chaque diapositive et chaque durée de présentation, on note sur une grille de résultats niveau de performance parmi les 6 possibilités suivantes :

- niveau 6 : n'a rien vu,
- niveau 5 : a détecté quelque chose,
- niveau 4 : lecture partielle,
- niveau 3 : description correcte sans interprétation,
- niveau 2 : description correcte et interprétation erronée,
- niveau 1 : description et interprétation correctes.

Un éventuel commentaire permet de compléter la réponse.

Principes utilisés pour synthétiser les résultats

Pour faciliter la comparaison des résultats obtenus pour les différents pictogrammes, quatre indices sont calculés : résultat global, meilleures performances, graphisme et interprétation.

Résultat global (RG)

À chaque case de la grille de résultat fournie par chaque observateur correspond une note comprise entre 0 et 29 conformément au tableau I.

La note zéro correspond à un observateur qui n'a rien vu (niveau 6) lors de l'affichage fixe. La note 29 correspond à un observateur qui décrit et interprète correctement le symbole (niveau 1) pour un temps de présentation de 100 ms.

Le cumul des résultats des 26 observateurs pour les 5 temps de présentation conduit, pour un panneau, à 130 résultats que l'on peut répartir dans les 30 cases d'un tableau de synthèse.

La cotation du résultat global (RG), pour un panneau, s'obtient en sommant, pour les 30 cases du tableau I, les produits « valeur de la case multipliée par le nombre de résultats dans la case » en divisant ce résultat par 130 (nombre de cas possibles) et en multipliant par 20/29 pour normer la valeur de RG à 20 (la valeur la plus élevée du tableau I étant 29).

Meilleures performances (MP)

Pour chaque panneau, le niveau de performance le plus élevé atteint par chaque observateur dans le temps le plus court est reporté dans un tableau identique au tableau I.

Le cumul des résultats des 26 observateurs permet d'obtenir, pour chaque panneau, 26 résultats répartis dans les 30 cases du tableau.

TABLEAU I
Principe de note des réponses des observateurs en fonction du niveau de performance pour chaque temps de présentation

Niveaux de performance	100 ms	200 ms	400 ms	700 ms	Fixe
6	4	3	2	1	0
5	9	8	7	6	5
4	14	13	12	11	10
3	19	18	17	16	15
2	24	23	22	21	20
1	29	28	27	26	25

La cotation correspondant aux meilleures performances (MP) s'obtient en sommant, pour les 30 cases du tableau, le produit « valeur de la case × nombre de résultat dans la case », en divisant ce résultat par 26 (nombre d'observateurs) et en multipliant par 20/29 pour normer la valeur de MP à 20, comme pour RG.

Graphisme (G)

La cotation correspondant à l'identification du graphisme de chaque panneau s'obtient en multipliant le nombre d'observateurs ayant atteint le niveau « 1 » ou « 2 » par $\frac{20}{26}$.

Interprétation (I)

La cotation correspondant à l'interprétation correcte de la signification de chaque panneau s'obtient en multipliant le nombre d'observateurs ayant atteint le niveau 1 par $\frac{20}{26}$.

Commentaires

Le résultat global (RG) permet de classer les résultats en tenant compte à la fois de la performance réalisée par chaque observateur et de tous les temps de présentation.

La cotation meilleures performances (MP) ne tient pas compte des résultats intermédiaires, MP est donc toujours élevée et permet de moduler le résultat global.

La cotation graphisme (G) rend compte de la facilité de reconnaissance des graphismes et donc de leur qualité.

La cotation interprétation (I) rend compte à la fois de la bonne identification des graphismes et de la connaissance du sens réglementaire des symboles qu'ils représentent. Une bonne cotation pour le graphisme et une mauvaise cotation en interprétation signifie que le sens du symbole présenté n'est pas connu. L'objet est reconnu, mais le concept, le sens du message ne l'est pas.

Résultats obtenus avec les matrices 35 × 35 points

Les 28 pictogrammes représentés figure 1 ont été présentés aux 26 observateurs de la première série.

Pour chacun des 28 pictogrammes, une feuille de bilan sur le modèle de celle présentée en figure 3, pour le symbole AK5, a été établie. Le tableau II contient l'ensemble des résultats obtenus pour les 28 symboles. Dans le tableau II les pictogrammes sont classés en fonction du nombre d'observateurs ayant donné une description correcte pour le temps de présentation de 100 ms. On indique également le nombre d'observateurs ayant fourni une réponse correcte

pour le temps de présentation de 700 ms ainsi que les cotations pour le graphisme (G), le résultat global (RG), les meilleures performances (MP) et l'interprétation (I).

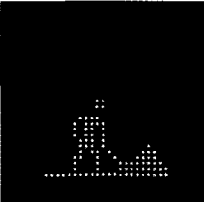
On constate que 9 pictogrammes sur les 28 sont identifiés dès 100 ms par au moins 50 % des observateurs et que 4 ne sont identifiés par aucun des observateurs pour ce même temps.

19 pictogrammes voient leur graphisme correctement identifiés par 25 des 26 observateurs et obtiennent une cotation pour G égale ou supérieure à 19,2.

Aucun pictogramme représentant les symboles de danger ne figure dans les 10 premiers, le triangle rouge sans symbole à l'intérieur ne pouvant pas être considéré comme un signal de danger.

Fig. 3 - Exemple d'une feuille de bilan.

Fig. 3 - Exemple d'une feuille de bilan.



AK5

TRAVAUX

Matrice 35 × 35

Résultat global

Temps de présentation	Niveaux de performance					
	6	5	4	3	2	1
100 ms	1	14	5			6
200 ms		5	10			11
400 ms		1	1		1	23
700 ms					1	25
Fixe					1	25

Meilleures performances

Temps de présentation	Niveaux de performance					
	6	5	4	3	2	1
100 ms						5
200 ms						6
400 ms					1	12
700 ms						2
Fixe						

Nombre d'observateurs : 26
 Résultat global : 15
 Meilleures performances : 18,9
 Graphisme : 20
 Interprétation : 19,2

Commentaires

- Graphisme parfaitement identifié pour un temps de présentation intermédiaire, 6 sur 26 à 100 ms et 26 sur 26 à 700 ms.
- Très bonne interprétation.
- Résultat global : moyen (14^e sur 28).

Niveau de performance

6 : n'a rien vu	3 : description correcte sans interprétation
5 : a détecté quelque chose	2 : description correcte et interprétation erronée
4 : lecture partielle	1 : description correcte et interprétation correcte

Les symboles les plus simples (flèches, chiffres de grande dimension) sont les premiers identifiés.

Le symbole « chaînes à neige obligatoires » est identifié facilement bien que présentant un graphisme complexe. Même sans listel l'interprétation est satisfaisante (16,2).

Les 9 pictogrammes dont les graphismes sont les moins bien identifiés, en tenant compte de la cotation représentative du graphique, se classent comme suit par ordre décroissant :

- A18 : circulation dans les 2 sens (G = 18,5 - RG = 13,1),

- B18c : accès interdit aux véhicules transportant des matières dangereuses (G = 18,5 - RG = 12,0),

- A4 : chaussée glissante (G = 16,9 - RG = 11,9),

- A33 : verglas (G = 16,2 - RG = 12,2),

- A24 : vent latéral (G = 16,2 - RG = 11,9),

- A32 : brouillard (G = 15,4 - RG = 10,1),

- M2 : étendue (G = 14,6 - RG = 9,6),

- A30 : bouchon (G = 13,1 - RG = 10,0),

- A31 : accident (G = 8,5 - RG = 8,6).

TABLEAU II
Classement des panneaux à partir du nombre d'observateurs ayant fourni une description correcte du symbole à 100 ms

Classement	Référence panneaux	100 ms	700 ms	Graphisme	Résultat global	Meilleures performances	Interprétation
1	B1	24	26	20	18,4	19,9	20,0
2	B21b	24	25	19,2	17,6	19,1	16,9
3	B21-1	23	26	20	17,7	19,4	17,7
4	B21a1	23	26	20	15,8	17,2	5,4
5	Couronne rouge	23	25	19,2	17,0	18,6	13,8
6	Triangle rouge	21	25	19,2	16,6	18,5	16,2
7	C4a	18	26	20	16,0	17,8	10,0
8	C28	16	26	20	16,4	18,6	18,5
9	B14	13	26	20	16,9	19,3	19,2
10	B26	10	24	19,2	15,3	18,2	16,2
11	A14	10	23	20	15,4	18,8	18,5
12	B3a	8	25	20	15,4	19,0	20,0
13	B12	7	22	20	14,0	18,1	19,2
14	AK5	6	26	20	15,0	18,9	19,2
15	A13a	6	25	19,2	13,4	16,1	5,4
16	B8	5	26	20	15,4	18,5	17,7
17	B3	4	23	20	14,5	18,6	20,0
18	A33	4	21	16,2	12,2	15,0	2,3
19	B18c	4	18	18,5	12,0	15,5	5,4
20	A24	4	14	16,2	11,9	16,2	14,6
21	A13b	2	19	19,2	12,9	17,9	18,5
22	A4	2	18	16,9	11,9	15,9	11,5
23	C21a	1	22	19,2	13,7	17,3	14,6
24	A30	1	9	13,1	10,0	13,4	5,4
25	A18	0	21	18,5	13,1	17,6	18,5
26	A32	0	14	15,4	10,1	14,2	5,4
27	M2	0	11	14,6	9,6	13,4	3,8
28	A31	0	5	8,5	8,6	11,3	2,3

TABLEAU III
Comparaison des résultats obtenus entre les matrices 35 × 35 et 126 × 126 points
pour les symboles bien identifiés avec la première série de diapositives

	100 ms	700 ms	Graphisme	Résultat global	Meilleures performances	Interprétation
A13a	16/6	26/25	20,0/19,2	14,4/13,4	16,8/16,1	7,7/5,4
A13b	2/2	23/19	19,2/19,2	14,3/12,9	18,2/17,9	18,5/18,5
A14	16/10	26/23	20/20	16,7/15,4	19,2/18,8	18,5/18,5
B3	2/4	22/23	20/20	14,2/14,5	18,6/18,6	20,0/20,0
B8	13/5	25/26	20/20	16,4/15,4	18,7/18,5	16,2/17,7
B12	7/7	23/22	20/20	14,9/14,0	18,4/18,1	19,2/19,2
B21-1	22/23	26/26	20/20	17,6/17,7	19,3/19,4	17,7/17,7
B26	12/10	25/24	19,2/20	15,9/15,3	18,8/18,2	17,7/16,2
AK5	8/6	24/26	20/20	15,8/15,0	19,1/18,9	19,2/19,2
Moyennes	10,9/8,1	24,4/23,8	19,8/19,8	15,6/14,8	18,6/18,3	17,2/16,9

TABLEAU IV
Comparaison des résultats obtenus entre les matrices 35 × 35 et 126 × 126 points
pour les symboles mal identifiés avec la première série de diapositives

	100 ms	700 ms	Graphisme	Résultat global	Meilleures performances	Interprétation
A4	11/2	24/18	20/16,9	15,6/11,9	18,6/15,9	16,9/11,5
A18	2/0	24/21	20/18,5	14,7/13,1	18,6/17,6	19,2/18,5
A24	6/4	16/14	15,4/16,2	13,1/11,9	16,4/16,2	14,6/14,6
A30	0/1	7/9	7,7/13,1	8,7/10,0	11,5/13,4	5,4/5,4
A31	0/0	14/5	13,1/8,5	10,6/8,6	14,0/11,3	7,7/2,3
A32	0/0	6/14	4,6/15,4	7,9/10,1	9,9/14,2	0/5,4
A33	5/4	25/21	20/16,2	12,9/12,2	15,9/15,0	3,1/2,3
B18c	7/4	21/18	18,5/18,5	12,7/12,0	15,3/15,5	2,3/5,4
M2	1/0	11/11	13,8/14,6	10,1/9,6	13,6/13,4	4,6/3,8
Moyennes	3,0/1,7	16,4/14,6	14,8/15,3	11,8/11,0	14,9/14,7	8,2/7,7

TABLEAU V
Comparaison des résultats obtenus pour les graphismes des symboles (A4 et A18)

	100 ms	700 ms	Graphisme	Résultat global	Meilleures performances	Interprétation
A4 (35 × 35) initial	2	18	16,9	11,9	15,9	11,5
A4 (35 × 35) modifié	14	25	20,0	15,9	18,5	15,4
A4 (126 × 126)	11	24	20,0	15,6	18,6	16,9
A18 (35 × 35) initial	0/26	21/26	18,8	13,1	17,6	18,5
A18 (126 × 126)	2/26	24/26	20,0	14,7	18,6	19,2
A18/1 (35 × 35) modifié	5/9	9/9	20,0	16,3	19,0	17,8
A18/2 (35 × 35) modifié	0/9	9/9	20,0	15,4	19,0	20,0
A18/3 (35 × 35) modifié	1/8	7/8	17,5	13,8	17,2	15,0

Les mauvais résultats obtenus pour ces 9 pictogrammes peuvent s'expliquer soit par un mauvais graphisme, soit par une mauvaise connaissance des symboles. À l'aide uniquement des matrices 35×35 points utilisées pour représenter les symboles il est difficile de conclure. La suite de l'étude avec les matrices 126×126 , permettant d'obtenir une représentation des symboles proche de celle des décors continus, apportera des éléments de réponse.

On remarque que, malgré une très bonne identification, l'interprétation des symboles suivants n'est pas satisfaisante :

- couronne rouge : Interdiction ($I = 13,8$), à cause vraisemblablement d'une méconnaissance de sa signification et/ou du fond noir (dû à l'inversion des couleurs entre le blanc et le noir sur les PMV matriciels).
- C4a : vitesse conseillée ($I = 10,0$), souvent interprété comme une vitesse minimale.
- A13a : endroit fréquenté par les enfants ($I = 5,4$), interprété majoritairement comme annonçant une sortie d'école (il est vrai qu'il s'agit de son utilisation la plus fréquente).

À la suite de la première série d'essais, on peut conclure que, lorsque les symboles sont connus des observateurs, leur identification, même pour un graphisme du décor continu relativement complexe, est aisée avec les matrices 35×35 points : 19 pictogrammes sur les 28 présentés obtiennent une cotation pour le graphisme égale ou supérieure à 19,2.

Ce premier résultat a conduit à modifier l'organisation prévue initialement pour l'étude en supprimant l'expérimentation avec des matrices 63×63 points, le passage direct à des matrices de 126×126 points permettant d'évaluer le potentiel d'amélioration des performances des observateurs induit par l'augmentation de la définition des matrices.

On a également décidé pour la deuxième expérience :

- de ne pas reprendre tous les symboles pour lesquels les performances paraissaient ne pas pouvoir être améliorées parce qu'elles étaient déjà satisfaisantes (B21b, C21a, B1, B21a1, C28, couronne, B14, B3a, triangle, C4a),
- de reprendre quelques symboles bien identifiés pour s'assurer de la répétabilité de la méthode (A14, B21-1, B26, B12, AK5, A13a, B8, B3, A13b),
- de reprendre 2 pictogrammes (A4 et A18) dans les matrices 35×35 points en modifiant leur graphisme pour tester l'effet produit comparativement à une augmentation de la définition des matrices.

Résultats obtenus avec les matrices 126×126 points et avec les deux symboles modifiés représentés dans des matrices 35×35 points

Les résultats obtenus au cours de cette deuxième expérimentation sont présentés dans les tableaux III, IV et V.

Dans les tableaux III et IV, les deux nombres séparés par « / » indiquent pour le symbole, le premier nombre : le résultat de la deuxième expérience et le deuxième nombre, le résultat de la première expérience. Les résultats des expériences sont exprimés par les nombres de descriptions correctes aux temps 100 et 700 ms et les indices G, MP, RG et I.

Cas des symboles bien identifiés dans les matrices 35×35 points

L'analyse des résultats donnés dans le tableau III, confirme que pour les symboles correctement identifiés avec les matrices 35×35 points, le passage à des matrices 126×126 points n'améliore pas globalement les résultats d'identification et d'interprétation à l'exception des symboles A13a, A14 et B8 pour lesquels l'identification est sensiblement améliorée à 100 ms.

Cas des symboles mal identifiés dans les matrices 35×35 points

Les résultats donnés dans le tableau IV montrent que l'utilisation de matrices 126×126 points ne modifie pas sensiblement les résultats d'identification et d'interprétation à l'exception des symboles A4 et A31 (identification et interprétation meilleures), A32 (identification et interprétation moins bonnes). Pour A4, la représentation du véhicule et des traces sont beaucoup plus réalistes dans la matrice 126×126 points. Pour A31, les contours du véhicule sont plus arrondis. Pour A32 la représentation du brouillard n'est pas exactement la même et aucun observateur n'a indiqué la signification du symbole.

Cas des symboles modifiés et repris dans des matrices 35×35 points (A4 et A18)

Le détail des résultats est présenté dans le tableau V avec un rappel des résultats obtenus au cours de la première expérimentation [A4 (35×35) initial et A18 (35×35) initial].

Pour le symbole A4, le symbole modifié et présenté dans une matrice 35×35 points a été observé par les 26 mêmes observateurs que ceux ayant observé le symbole A4 dans la matrice

126 × 126 points. Pour le symbole A18, le graphisme 35 × 35 points initial a été modifié pour obtenir 3 nouveaux graphismes et a été présenté à 8 ou 9 des 26 observateurs, chaque observateur ayant vu un des 3 graphismes.

Les valeurs obtenues montrent que pour le symbole A4 l'amélioration des performances peut être obtenue soit en modifiant le graphisme soit en augmentant la définition de la matrice pour se rapprocher du graphisme du décor continu.

Pour le symbole A18 le meilleur graphisme semble être le A18/1 pour lequel les 2 flèches sont plus espacées et donc plus facilement identifiables. Bien que les observations portent sur un nombre restreint d'observateurs, les résultats pour le graphisme A18/1 paraissent, sur la base du temps de présentation de 100 ms, meilleurs que ceux obtenus avec le graphisme A18 représenté dans la matrice 126 × 126 points.

Conclusions et perspectives

La représentation des symboles normalisés sous forme de pictogrammes dans des matrices 35 × 35 points conduit, dans la majorité des cas, lorsque la signification du symbole est connue, à leur identification et à leur interprétation aisées. Le fait d'utiliser des matrices 126 × 126 points, très proche du graphisme des symboles normalisés, n'apporte pas, à quelques exceptions près, de modifications sensibles dans les résultats obtenus avec les observateurs.

La signification des symboles A30 à A33 n'est absolument pas connue des observateurs, leur graphisme n'est pas toujours en rapport avec leur sens, par exemple le « flocon de neige » signifie « verglas ». Faut-il entreprendre une campagne d'information pour les faire connaître auprès des usagers ou retravailler et modifier les symboles pour que les graphismes évoquent mieux les messages à transmettre ? Il semble que certains

pays aient déjà modifié les graphismes des symboles A30 à A33. Par exemple aux Pays-Bas, pour le symbole équivalent au A31 (accident), la voiture est représentée dans une position instable, inclinée et ne repose pas sur le côté.

Les résultats de cette étude serviront de base pour la rédaction d'une norme définissant les règles de représentation des symboles de la signalisation de police affichés sur des PMV. Une étude complémentaire est nécessaire pour harmoniser la représentation de certains « objet » (flèches, véhicules, personnages, alphabets), pour réétudier complètement le graphisme de certains symboles afin de faciliter l'interprétation par les usagers du message à transmettre (cas des symboles A30 à A33), pour étudier de nouveaux symboles jugés moins prioritaires.

Actuellement, on constate que le problème étudié ici se pose également dans les autres pays européens où l'utilisation des PMV est en expansion. La création de nouveaux symboles pour informer les usagers des grands axes transeuropéens sur les conditions de circulation devient une préoccupation importante des gestionnaires publics et privés. Ils auront l'avantage de constituer un langage plus universel que les informations diffusées sous forme de caractères alphanumériques. Des études communes sont actuellement en préparation.

— RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES —

- [1] **NF P 98-532** : Catalogues des décors des panneaux de signalisation et des panonceaux.
- [2] **NF P 98-561** : Panneaux à messages variables de catégorie I, Caractéristiques techniques et spécifications d'emploi.
- [3] CARTA V. (1990), Étude du graphisme des symboles matriciels des panneaux à messages variables, Programme EDGAR, Transport, environnement, circulation, **103**, nov.déc., pp. 37-39.

ABSTRACT

The Representation of Road Sign Symbols by Dot-Matrix Variable-Message Signs

M. BRY - V. CARTA - J. DORÉ

It must be possible for road users to understand, unambiguously, the information and regulation symbols displayed by variable message signs (VMS) using matrices of lighted dots.

Currently, only the photometric and colorimetric properties of VMSs are precisely specified. There are no written requirements concerning the geometrical representation of the symbols in dot matrices, and in the field there exist a number of different adaptations of the graphics, which are standardized in continuous form.

This article presents the results of laboratory experiments in which observers are asked to identify a set of symbols in common use in the field, represented in 35×35- and 126×126-point matrices.

It is found that the representations, in the form of pictograms in 35×35-point matrices, of symbols standardized in continuous form are easily identified and interpreted when the meanings of the symbols are known.