

« The conspicuity of traffic signs in complex backgrounds »

Rapport CIE – 137 (2000)

CT 4-18 de la Division 4 de la CIE (éclairage et signalisation pour les transports)

Le rapport CIE 137 s'appuie sur une revue de la littérature sur la visibilité de la signalisation en environnement visuel complexe. Il a pour but de fournir des recommandations sur la conception des panneaux de signalisation, de manière à ce qu'ils attirent l'attention des automobilistes, de jour et de nuit. On trouvera ci-dessous les principaux éléments de ce rapport.

1. Nature de la conspécuité

1.1 Tâche de conduite

On distingue principalement 3 tâches de conduite :

- le contrôle du véhicule ;
- l'appréciation de la situation de conduite et la connaissance des éléments visuels pertinents ;
- la navigation.

Le mouvement des objets dans le flux optique donne des indices permettant le contrôle du véhicule et la connaissance du mouvement propre du véhicule. Les obstacles, les autres usagers et la signalisation sont des éléments d'information pertinents pour l'appréciation de la situation et pour la navigation.

1.2 Informations visuelles

L'automobiliste n'est conscient que d'une petite partie de ce qu'il voit, il sélectionne ce qu'il perçoit parmi l'information visuelle disponible. On essaye de faire en sorte qu'il sélectionne en priorité ce qui est réellement nécessaire à sa sécurité.

On appelle « conspécuité » la probabilité qu'a un objet, dans un environnement donné (et pour une tâche donnée de l'observateur, ici la conduite automobile) d'être perçu. On ne dispose malheureusement pas de mode opératoire pour quantifier la conspécuité.

1.3 Observation de la signalisation

Des études ont montré que les automobilistes ne perçoivent pas tous les panneaux de signalisation, ni d'ailleurs tous les objets présents dans une scène routière. Ces études portent à la fois sur la verbalisation de ce qu'ils voient, et sur la détection de la direction du regard. Par rapport au temps considéré comme nécessaire pour lire un panneau, l'étude la plus fouillée (à partir de l'orientation du regard) atteint seulement 10% de panneau « bien lus ». Cet ordre de grandeur se retrouve quand on demande aux automobilistes de citer les panneaux qui ont attiré leur attention.

1.4 Nature de la conspécuité

Plusieurs auteurs ont défini des métriques différentes de la conspécuité, ce qui revient à proposer des définitions différentes. Ils s'intéressent soit aux propriétés visuelles des objets regardés, soit à l'attention de l'observateur. Ils distinguent également selon que la conspécuité porte sur un objet activement recherché ou sur un objet inattendu.

1.5 Modèle d'acquisition visuelle de l'information

Selon le cas, la conspécuité désigne une qualité que peut posséder ou pas un objet (un panneau est ou n'est pas saillant), ou une mesure (la conspécuité de ce panneau est de 3,6). Un modèle d'acquisition visuelle de l'information est présenté (Rumar, 1982) L'information elle-même est définie comme une « réduction de l'incertitude », ce qui frise la tautologie.

La familiarité du trajet modifie fortement la perception, en concentrant l'attention des automobilistes sur les nouveautés par rapport aux attentes liées à l'expérience du trajet.

Les phases de détection, d'identification et de reconnaissance d'un objet peuvent correspondre à des aspects, ou à des éléments distincts de l'objet (forme, couleur, pictogramme...)

1.5 Modèle de sélection visuelle

Theeuwes propose que la recherche active d'information visuelle soit déclenchée lorsque l'incertitude ressentie par le conducteur dépasse un certain seuil. Ce modèle est typique d'une approche assez peu scientifique, puisqu'on ne peut ni le valider, ni l'invalider, comme la plupart des modèles mentionnés qui touchent à l'attention.

Il a été observé que la stratégie de prise d'information visuelle privilégie les endroits où l'on s'attend à voir quelque chose de pertinent.

2 Mesure de la conspécuité

2.1 Introduction

5 techniques ont été utilisées pour mesurer la conspécuité :

- description verbale, par les automobilistes, de ce qu'ils s'attendent à voir ;
- enregistrement des périodes de fixation oculaire, et détermination des objets « regardés » ;
- masquage de la vision non fovéale ;
- masquage complet de la vision, contrôlée par l'automobiliste ;
- comparaison du comportement de conduite en faisant varier le stimulus visuel.

2.2 Mesure

Cole et Jenkins (1980) définissent une conspécuité mesurable en laboratoire : un objet est « saillant » si 90% des observateurs le voient en $\frac{1}{4}$ de seconde, quelque soit sa position dans le champ visuel et quelque soit le background. Ils évacuent ainsi le problème de l'attention et se rapprochent de la psychométrie d'indices comme la visibilité. En pratique, ils ont réussi à « étalonner » une expérimentation de laboratoire par rapport à des résultats sur route.

2.3 Etude de laboratoire

Des études de laboratoire, avec un tachytoscope, ont « mesuré » la conspécuité à partir de performances visuelles :

- « first and best »;
- objets remarquables ;
- détection d'un objet spécifié ;
- champ visuel.

2.5 Verbalisation

Il a été observé que la performance visuelle, dans les expériences de laboratoire comme sur route, est très dépendante de la formulation de l'instruction aux observateurs.

2.7 Mesure des mouvements oculaires

Quatre études des mouvements oculaires, en conduite naturelle, sont examinées. Lorsqu'on demande au conducteur de lire tous les panneaux, les mouvements oculaires sont significativement différents. Il semble que seuls les mouvements oculaires soient enregistrés dans ces expériences, pas les mouvements de tête. Une étude mesure le temps de fixation sur les panneaux. Si la consigne est de lire les panneaux, cela va de 250 à 750 ms. selon le panneau. Sans consigne, la moitié des panneaux ne sont pas lus, et la moitié des panneaux lus sont regardés pendant un temps inférieur à celui qui est théoriquement nécessaire à leur reconnaissance.

Il a été observé que la détection des panneaux, sur diapositives, dépend nettement du fait que les observateurs savent ou non qu'on va leur poser des questions.

2.8 Mouvements oculaires dans une tâche visuelle complexe

Un des principaux résultats est que le conducteur a tendance à fixer le « point d'expansion » de la scène routière, c'est à dire à anticiper la route (la moitié du temps de fixation).

Il y a deux types de conflits d'attention : plusieurs « événement » dans des régions différentes, mais correspondant à la même tâche visuelle ; ou plusieurs « événement » correspondant à des tâches visuelles différentes.

Il a été montré que la proportion de panneaux non vus dépend de l'intensité du trafic. Dans toutes ces études, le rôle de la vision périphérique est mis de côté.

Des auteurs proposent de considérer la plus grande distance à laquelle un automobiliste peut commencer à fixer un panneau pour le lire (L_{max}), puis la distance effective à laquelle il commence à le fixer, et qui dépend de la tâche de conduite. Le rapport entre les deux caractériserait la plus ou moins bonne utilisation de la signalisation.

3. Facteurs modifiant la conspécuité

3.1 Introduction

On distingue deux types de facteurs qui modifient la conspécuité : des facteurs propre à l'objet (couleur, taille, etc.) ou à la scène (complexité), et des facteurs liés à la tâche de conduite.

3.2 Complexité de la scène

La limite de la conspécuité, lorsque la scène est de plus en plus simple (homogène), c'est la visibilité. Quantifier la complexité est difficile, car la détection d'un objet est lié aux attentes créées par le contexte, donc au « sens » des objets de la scène, et pas seulement à des indicateurs quantitatifs (contraste, couleur, etc.).

De nombreux travaux ont définis des métriques de complexité sur des images de synthèse, corrélées avec des performances de détection. Mais il n'y a pas eu grand chose pour étendre ces métriques à des scènes réelles. La méthodologie la plus simple consiste à demander à des sujets de classer des photos par complexité croissante. Des modèles ont été proposés avec des critères d'analyse d'image en luminance, ou même des notions sémantiques sur la scène (modèles limités aux scènes nocturnes). Les définitions opérationnelles de la complexité sont variées, mais la corrélation avec la détection de la signalisation est bien établie. La baisse de performance dans la lecture de la signalisation qui est due aux distracteurs visuels (comme la publicité) est également établie.

Le problème des modèles de vision proposés dans la littérature, c'est qu'il se limitent à une seule tâche visuelle bien définie, ce qui ne correspond pas à la tâche de conduite.

3.2.1 Expériences de laboratoire – fond schématique

Des expérimentations ont permis de quantifier certains aspects de la conspécuité en présentant, sur une durée courte (250ms) un ensemble de formes géométriques de taille et de luminance variées. Sur un fond de disques uniformes, un disque cible est présenté. Les principaux résultats sont les suivants :

- Si le disque cible diffère par sa luminance, le contraste seuil ($\Delta L_s/L$) est du type $c=ae+b$ ou e est l'excentricité de la cible. a et b dépendent de la complexité.
- Si le disque cible diffère par la taille, le nombre de disque du fond ne change pas le seuil de détection, sauf si ils sont de taille variable. On définit un contraste en diamètre, et le seuil est de la forme $c=ae+b$.

3.2.2 Expériences de laboratoire – scènes routières

Une expérience en laboratoire a présenté, pendant 3 secondes, des scènes routières à des observateurs. Un indicateur de complexité, heuristique, a été défini à partir du nombre de véhicules, du nombre de sources lumineuses, du nombre de panneaux, etc. Un indicateur de complexité de voisinage a aussi été défini. Le principal résultat est que ces indicateurs sont meilleurs que les critères photométriques (contraste, etc.) pour prédire la détection des « éléments visuels ».

Quatre indices de complexité semblent avoir une corrélation avec la distance de détection :

- Le nombre d'« objets » dans la scène ;
- le nombre de sources lumineuses dans la scène ;
- le nombre d'objet dans un cône de 10° ;
- La charge mentale.

(ces résultats sont obtenus en conduite nocturne).

Un modèle de complexité utilise simplement la théorie de l'information, et évalue la complexité avec des filtres et des gradients successifs, sans tenir compte de la sémantique, ni même de la notion d'objets.

3.2.3 Complexité : résumé

La complexité de la scène est le principal paramètre de la conspécuité de la signalisation. Le transfert des résultats obtenus sur un fond synthétique et abstrait vers des situations réelles et problématique. Une métrique de la complexité des scènes qui ne tient pas compte de la sémantique des objets a peu de chance d'être pertinente. Des tentatives heuristiques ont été faites, pour des situations de nuit, mais elles ne sont pas vraiment validées.

3.3 Caractéristiques de la signalisation

3.3.1 Luminance et contraste

C'est seulement la nuit que la luminance d'un panneau a un impact sur sa conspécuité. Une étude indique qu'il faut que la signalisation ait des niveaux de luminance 2 à 3 fois plus élevés que le fond pour être bien vue. En pratique ça n'est pas le cas. Des études visant à tester des contours noirs autour des panneaux n'ont pas été concluantes, contrairement aux contours clairs.

La nuit, le niveau de rétro-réflexion des panneaux augmente leur conspécuité. La signalisation est en « compétition » avec des sources lumineuses ou d'autres surfaces éclairées.

3.3.2 Taille et excentricité

La taille d'un panneau, et son excentricité, ont une incidence directe sur sa conspécuité. En pratique, on voit d'abord un panneau avec une petite taille angulaire et une faible excentricité, puis sa taille augmente mais son excentricité aussi. Les deux phénomènes peuvent se compenser. Il semble que l'excentricité soit plus importante que la taille pour la conspécuité (tous ces résultats sont valables de jour, pas forcément de nuit).

3.3.3 Couleur

La couleur peut être un facteur important dans la conspécuité, mais il n'y a pas de résultat clair et définitif sur ce sujet.

3.4 Facteurs humains

3.4.1 Attention

L'attention que le conducteur investit dans la recherche de tel ou tel type d'objet est lié à la manière dont il évalue son besoin d'information (on s'intéresse ici à la signalisation). Une étude semble indiquer qu'on voit trois fois mieux les panneaux qu'on cherche que ceux qu'on ne cherche pas.

D'une manière générale, il est difficile de s'assurer que la consigne et la question posée ne créent pas un biais par rapport à ce qu'on cherche à mettre en évidence, que ce soit l'attention elle-même ou la détection de la signalisation, notamment par rapport à la situation de conduite « naturelle ».

4. Recommandations

Ces recommandations sont adressées aux « traffic engineer » qui n'ont pas beaucoup de marge de manœuvre, notamment sur le « background » des scènes visuelles. Ils peuvent jouer sur l'implantation, la taille des panneaux, et la photométrie des surfaces. Il est essentiel que la signalisation soit là où les automobilistes l'attendent.

4.1 Conspicuité de jour

On a constaté que les automobilistes ne lisent les panneaux, en pratique, qu'à une distance de l'ordre des 2/3 de la distance de lisibilité. C'est donc par rapport à cette distance qu'il faut estimer la complexité du fond (et du fond proche).

Il est suggéré de distinguer 3 niveaux de complexité de scènes, pas plus. Malheureusement il n'y a pas de modèle de complexité à proposer, parce que le phénomène est mal compris, alors que cette notion est identifiée comme étant le principal aspect de la conspécuité...

La complexité de la scène a d'autant plus d'influence que le contraste à l'intérieur du panneau est faible. D'autre part, le contour autour d'un panneau joue un rôle positif, mais il dépend de sa couleur (sur son épaisseur, il n'y a pas d'étude disponible). Les pictogrammes sont plus « saillants » que les lettres.

L'ingénieur doit s'appuyer sur les attentes de l'automobiliste, sur la présence, la nature et la localisation de la signalisation. Lorsque la signalisation ne correspond pas aux attentes prévisibles, il faut au moins essayer de pré-signaliser cette situation inattendue.

Il est important de créer une hiérarchie de conspécuité parmi les différents types de panneaux, en fonction de leur importance.

4.2 Conspécuité de nuit

La nuit, on a soit des objets très lumineux (feux de véhicules, éclairage public, publicité) soit des objets très peu lumineux (chaussée, piétons, cyclistes).

On ne sait toujours pas ce que c'est que la complexité, mais il est clair qu'elle n'est pas la même, pour un même site, de jour et de nuit.

Pour le moment, la meilleure mesure de la complexité reste le pifomètre.

Il est proposé de choisir des films rétro-réfléchissants différents selon la complexité du site : 85 cd.m⁻².lx⁻¹ pour une faible complexité, 250 à 800 cd.m⁻² pour des fortes complexités (en faisant un usage modéré des coefficients de rétro-réflexion les plus élevés).

Résumé : roland Brémond, janvier 2003