

La conception de l'éclairage public : de la psychophysique à l'ergonomie

Anaïs Mayeur, doctorante en ergonomie,
Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 58 bd Lefebvre 75732 Paris Cedex 15
Université Paris Descartes, 45 rue des Saints Pères, 75270 Paris Cedex 06
anaïs.mayeur@lcpc.fr

Roland Brémond, chercheur,
Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 58 bd Lefebvre 75732 Paris Cedex 15
roland.bremond@lcpc.fr

Christian Bastien, MCF
Université Paul Verlaine - Metz, BP 30309, Île du Saulcy 57006 Metz
christian.bastien@univ-metz.fr

Cet article aborde les relations entre l'aménagement routier et la sécurité routière en France. La façon de concevoir l'éclairage routier est présentée et discutée. Plus particulièrement, la discussion de la caractérisation des installations d'éclairage par le modèle Visibilité de Petite Cible « Small Target Visibility » permet de montrer les limites d'un modèle qui ne prend pas en compte de l'activité de conduite dans les modèles de conception. Nous suggérons que la prise d'information visuelle et l'anticipation du conducteur doivent être prises en compte pour améliorer la conception de cet objet technique. Enfin, nous présentons un exemple de démarche que nous avons mis en œuvre pour mettre en évidence les limites du modèle standard d'inspiration psychophysique.

Mots-clés : conception de l'éclairage routier, conduite, détection, anticipation, ergonomie.

Quelles relations entre aménagement routier et sécurité routière ?

Le concept de route apaisée, c'est-à-dire concevoir des routes qui inciteraient les usagers à une conduite apaisée, sans pour autant dégrader la fluidité du trafic, est au centre des préoccupations politiques. La question se pose donc de la relation entre l'aménagement routier et la sécurité routière, question qui reste assez problématique, puisqu'il est difficile de mesurer l'impact d'une politique d'aménagement spécifiquement sur la sécurité des usagers de la route (Galland, Gilbert, Henry, & Linhardt, 2006). Les actions de sécurité routière sont diverses selon le point de vue adopté. Les politiques conjoncturelles telle que la répression et la réglementation (code de la route, ceinture, limitation de vitesse, etc.) ont permis d'importants progrès sur le nombre de morts. Malgré tout, le taux de mortalité sur les routes françaises reste toujours inacceptable. La répression n'est pas le seul levier, et une approche centrée sur le conducteur est trop restrictive. L'assimilation de l'insécurité routière au seul facteur humain a comme effet pervers de laisser peu de place aux questions liées au véhicule et surtout à la conception de l'aménagement.

La sécurité routière est une donnée prise en compte dans l'aménagement des routes, identifiée comme un problème à régler par les décideurs, sans pour autant être dissociée d'autres objectifs jugés plus primordiaux comme la circulation. De là une certaine difficulté à isoler dans les politiques d'aménagement ce qui renvoie spécifiquement à la sécurité routière. Cette inter-dépendance dépend aussi du degré d'abstraction et de l'explicitation de la place de la sécurité routière : elle est ponctuelle et explicite quand il s'agit de réagir à la survenue

d'accidents, mais elle est implicite et plus difficile à intégrer dans un processus global d'aménagement lorsqu'il faut prendre en compte des stratégies situées au plan territorial (Fleury, Reigner, & Séhier, 2006). Un bon nombre de mesures actuelles de sécurité routière ont pour objet d'orienter le comportement des usagers de la route vers des pratiques de déplacement plus « sûres ». Parmi ces mesures, certaines s'attachent plus particulièrement à favoriser les interactions des usagers avec l'environnement routier, grâce aux nouveaux systèmes d'assistance à bord des véhicules ou à la conception et à l'aménagement des infrastructures en vue d'accroître la « lisibilité de la route ». La nuit, l'éclairage public est un outil d'aménagement susceptible de contribuer aussi bien à la sécurité qu'à la fluidité du trafic.

Conception de l'infrastructure routière : Le cas de l'éclairage public

La nuit représente moins de 10% du trafic routier, mais 35% des blessés hospitalisés et 45% des personnes tuées (ONISR, 2006). Par ailleurs, près de la moitié des accidents de la route impliquent un dysfonctionnement de la prise ou du traitement de l'information par l'utilisateur (Hills, 1980), parmi lesquels la vision est le canal sensoriel principal. L'amélioration de la perception visuelle nocturne de l'infrastructure routière peut donc être considérée comme un moyen efficace d'améliorer la sécurité routière. L'éclairage public joue un rôle primordial dans la conception de l'environnement routier car il modifie les conditions de perception visuelle la nuit et il remodèle l'espace en mettant en valeur ou en occultant divers éléments. Son impact sur la sécurité routière se ferait donc de manière structurelle. La relation entre l'éclairage routier et la sécurité routière n'est pas directe, mais la *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) propose une revue de question qui montre une corrélation positive entre la qualité de l'éclairage et la sécurité routière (CIE, 1992b).

Fonctions de l'éclairage public

Les gestionnaires routiers, c'est-à-dire l'état, les collectivités, les sociétés d'autoroute, visent un compromis entre la qualité du service rendu à l'utilisateur (fluidité du trafic, sécurité, confort, etc.), et les coûts d'investissement et d'exploitation. La conception de l'éclairage routier est basée sur l'application d'une doctrine technique (réglementation, recommandations (AFE, 2002), norme (European Norm, 2004-2005)) qui a notamment pour effet de tendre vers une cohérence au niveau du territoire. La qualité de service de l'éclairage public s'exprime différemment selon le rôle qu'on souhaite lui faire jouer, à savoir la sécurité routière, la qualité de vie, la fluidité du trafic, etc. Le but peut être de donner du sens et de la cohérence, par exemple en utilisant un Schéma Directeur d'Aménagement Lumière. Les bénéfices et la qualité de l'éclairage sont difficiles à quantifier, d'autant qu'il est difficile de susciter un « retour » de la part des usagers, qui permettrait d'évaluer la qualité du service rendu. Néanmoins, la doctrine technique est considérée comme l'expression des besoins « sociaux » par les pouvoirs publics (diminuer le nombre de morts sur la route, assurer la fluidité du trafic) et décline ces besoins vers les différents acteurs (industrie automobile et équipementiers, industrie routière, gestionnaires routiers, réglementation, etc.). Bien sur, la dimension économique est présente puisque les solutions techniques et les modes opératoires sont des compromis ; par exemple les lobbies industriels participent au processus de production des règles. Le coût économique et la dépense énergétique font aussi partie des enjeux actuels de l'éclairage du fait de la prise en compte des facteurs environnementaux (Grenelle de l'environnement). Une fois une installation d'éclairage conçue, sa réception, c'est-à-dire la vérification du respect du cahier des charges, est rarement faite. Outre le fait que le cahier des charges soit rarement explicite, les méthodes de vérification ne sont que très rarement mises en oeuvre.

La pratique en conception de l'éclairage public

L'intervention des praticiens de l'éclairage se fait dans un cadre socio-organisationnel qui impose des contraintes (techniques, économiques, juridiques, organisationnelles) et définit des moyens d'action légitimes. Les contraintes sont déterminantes dans la marge de manœuvre laissée aux acteurs de terrain. Un certain nombre de concepts ont été proposés dans la littérature scientifique et technique, mais la pratique et les recommandations réelles se basent largement sur des accords d'experts plutôt que sur les modèles scientifiques. En effet, les praticiens ne se basent pas seulement sur des connaissances scientifiques, mais aussi sur des connaissances empiriques. Ces savoir-faire dans les démarches d'aménagement routier sont importants. Le dimensionnement de l'éclairage public se caractérise donc actuellement par un manque de fondement scientifique (Brémond, 2007) et il nous semble que ce manque de substrat théorique est en partie dû à la faiblesse des modèles qui ont été proposés jusqu'ici, particulièrement en termes de validité écologique, par rapport à l'expérience de conduite réelle.

La photométrie, un outil pour les praticiens de l'éclairage

Les règles de l'art en éclairage public sont fondées sur des mesures photométriques, la photométrie étant la discipline qui étudie et mesure les rayonnements lumineux tels que les perçoit l'œil humain. L'éclairage routier est un système technique qui modifie l'environnement visuel des usagers en compensant la faible performance de nuit du système visuel humain. Il augmente les performances visuelles des conducteurs pour la détection d'objets en augmentant le niveau d'adaptation visuelle et en diminuant les effets de l'éblouissement. La qualité de service de l'éclairage doit être quantifiée. L'opérationnalisation du lien entre l'usager et l'éclairage est faite en termes photométriques. Les praticiens modélisent les performances visuelles humaines à l'aide des sciences psychophysiques. Les modèles identifient les paramètres pertinents (contraste, luminance, éclairement, etc.) et fixe des niveaux de performance (seuils). Les choix techniques (choix des produits, de leur emplacement, etc.) suivent des règles de l'art et des normes, tout en laissant une marge de manœuvre importante aux concepteurs.

Caractérisation d'une installation d'éclairage par le modèle Small Target Visibility

Le modèle de Visibilité de Petite Cible (*Small Target Visibility, STV*) est principalement utilisé pour évaluer la qualité de l'éclairage routier en termes de performances visuelles (Adrian, 1987). L'idée est de caractériser une installation d'éclairage en considérant de manière statique une petite cible standardisée (carré uniforme de 18 centimètres de côté) posée sur la chaussée à une distance correspondant à la prise d'information par les automobilistes. Ce modèle permet de calculer un seuil ΔL_s de détection d'une cible en prenant en compte différents critères concernant la cible (taille, facteur de réflexion), l'environnement (luminance de chaussée, temps d'observation) et le conducteur (âge). Ensuite le niveau de visibilité (visibility level, VL) est calculé comme le rapport entre l'écart réel de luminance ($\Delta L_{réel}$) et le seuil de détection (ΔL_s). Le calcul du seuil (ΔL_s) se fonde sur des données psychophysiques de sensibilité au contraste (Blackwell, 1946). Des expériences de laboratoire ont permis de proposer une performance humaine moyenne lors de la détection d'une cible standard, en vision fovéale. Un niveau de visibilité (VL) de 5 signifie que le contraste de luminance de la cible est 5 fois le contraste dont a besoin un observateur standard pour détecter cette cible en situation de laboratoire. Le VL peut être interprété comme une mesure de la saillance de la cible. Le modèle STV implique, pour des applications d'éclairage routier, de trouver le VL nécessaire à la détection de cible pendant une tâche de conduite. Les praticiens utilisent l'expression « field factor » pour désigner le niveau de VL minimum nécessaire pour une tâche de conduite. A ce jour plusieurs niveaux ont été proposés pour l'éclairage public, basé sur des études ne prenant pas toujours en compte la conduite, avec des

valeurs allant de VL=4 à VL=30, ce qui montre un manque de consensus (Adrian, 1987; Hills, 1975). La valeur VL=7 est proposée par des praticiens en éclairage (AFE, 2002). Introduire la prise en compte de la tâche de conduite dans la conception de l'éclairage public suppose de comprendre l'interaction entre cet élément de l'infrastructure et le processus dynamique.

Comprendre la prise d'information visuelle et l'anticipation du conducteur pour concevoir l'éclairage

Nous avons vu qu'une des fonctions de l'éclairage routier est de permettre au conducteur une prise d'information visuelle optimale. C'est ainsi que la conception et le dimensionnement de cet objet technique s'appuie sur la photométrie et les performances visuelles humaines. Pour Villame (2004) la perception ne peut être séparée de la cognition et de l'action. Un cadre d'analyse récent propose une indissociation de la perception et de l'action, c'est-à-dire qu'il n'y aurait pas de perception sans référence à une action (Berthoz, 2003). Selon ce postulat, le cerveau construirait une représentation du monde par le couplage de son expérience perceptive avec une situation concrète. La recherche d'information et les processus mentaux inhérents seraient « situés » et instanciés dans l'action. La conduite automobile, qui est une conduite humaine située avec un processus actif de couplage perception-action, doit selon nous être prise en compte dans la conception de l'éclairage routier. Dans ce cadre, l'apport de l'éclairage routier serait de permettre un délai de réponse au conducteur associé à son action (par exemple, freiner ou éviter un obstacle) suffisant pour que ce couplage perception-action, amélioré par une meilleure anticipation, conduise à une meilleure sécurité routière.

L'activité de conduite

La conduite se distingue d'autres activités de contrôle de processus dynamique par le fait qu'elle est peut structurée et généralement effectuée par des personnes non professionnelles aux caractéristiques très variées (physiologiques, psychologiques, etc.). La multiplicité des tâches induites par la conduite ont été étudiées par Allen, Lunenfeld & Alexander (1971) qui ont proposé une hiérarchisation de la conduite selon trois niveaux : les *tâches de contrôle*, de bas niveau, concernent le contrôle du véhicule ; les *tâches de guidage*, de niveau intermédiaire, portent sur la gestion de la situation en cours (manœuvres) et les *tâches de navigation*, de haut niveau, consistent à planifier et repérer l'itinéraire. Bien qu'elle soit une description *a posteriori* plutôt qu'une réelle description de l'activité, cette approche taxinomique permet de pointer l'importance d'une caractéristique fondamentale de l'activité de conduite qu'est la gestion du temps. Dans cette perspective, l'activité de conduite peut être considérée comme une activité d'adaptation à un environnement en évolution continue (dynamique), qui exige un prélèvement et un traitement de l'information afin de prendre connaissance des états de l'environnement en vue de maintenir le véhicule dans une trajectoire et à une vitesse satisfaisante (Neboit, 1974). Allen *et al.* (1971) remarquent que les tâches de contrôle (de bas niveau) ont des besoins informationnels prioritaires car leurs contraintes temporelles sont les plus fortes par rapport aux tâches de plus haut niveau. Van der Molen & Bötticher (1988) se sont, entre autre, inspirés de ce modèle hiérarchique de la tâche de conduite pour proposer un modèle « hiérarchique du risque ». Ce modèle situe le contrôle du véhicule au *niveau opérationnel* qui est le niveau le plus bas où les actions sont à très court terme. Ce niveau, qui nous intéresse particulièrement puisqu'il permet au conducteur d'anticiper en permanence la trajectoire et l'adaptation de sa vitesse, se régule par des automatismes sensori-moteurs qui s'appuient sur des informations de type « signal ». Ces « signaux » peuvent être considérés comme des éléments « affordants » de l'environnement (Gibson, 1979). Même si l'éclairage permet d'améliorer la perception visuelle de l'environnement routier, le conducteur reste le seul à pouvoir réagir, donc à pouvoir opérer

une sélection de l'information pour réduire la complexité du réel. Ce filtrage des informations prélevées s'effectue lors du contrôle subsymbolique externe (Hoc, Amalberti, Cellier, & Grosjean, 2004), c'est-à-dire sur des caractéristiques purement sensorielles qui ne renvoient pas à des contenus avant d'être exploités (cf. le niveau *Skill-Based Behavior* de Rasmussen (1986)).

L'éclairage, un outil pour améliorer l'anticipation sur la route

L'anticipation consiste à évaluer l'état futur d'un processus dynamique et à déterminer, en fonction de cette prédiction, le type d'actions à entreprendre et le moment où elles doivent être mises en oeuvre et enfin à évaluer mentalement les conséquences possibles de ces actions (Cellier, 1996). Les informations sensorielles sont primordiales dans les régulations sensori-motrices inhérentes à l'activité de conduite automobile, mais aussi dans le recueil anticipé d'indices qui conditionnent l'activité future du conducteur. L'anticipation, dans ce cadre, se base sur des automatismes sensori-moteurs qui se situent à un niveau préconscient. Elle concerne deux étapes temporelles de la prise d'information visuelle en conduite : d'une part, l'anticipation à très court terme permet la gestion de la conduite à un niveau local. On pourrait estimer que l'anticipation à court terme a lieu lors du niveau de contrôle (c. f. Allen et al., 1971). D'autre part, l'anticipation à plus long terme intervient sur des localisations plus globales et lointaines (perception de la courbure à distance), qui sont utilisées dans les phases de guidage du modèle hiérarchique.

L'anticipation en virage fait partie du guidage du véhicule. Les conducteurs orientent le regard vers un point d'intersection situé entre leur position actuelle et la tangente à la courbe du virage afin d'estimer sa courbure (Land & Lee, 1994). Chez le conducteur expert, le regard peut se diriger vers un point un peu plus à l'intérieur de la courbe du virage, ce qui pourrait être interprété comme une stratégie destinée à obtenir une information plus précocement pour contrôler les changements de direction par anticipation. Dans une étude sur simulateur de conduite, Land & Harwood (1995) ont montré que les parties de la route les plus distantes du conducteur permettent la prise d'information de la courbure de la route et de l'angle visuel. L'anticipation des indices visuels, différente selon les étapes temporelles que l'on considère, est permise par l'échantillonnage visuel, c'est-à-dire que la prise d'information est parcellisée (Neboit, 1974).

L'anticipation est également un aspect essentiel de la détection d'un objet sur la chaussée, qui est susceptible de déclencher plusieurs comportements : 1) l'identification de l'obstacle (en vue de l'action) ; 2) la préparation à l'action pour garder le contrôle du véhicule ; 3) l'accroissement du niveau de vigilance tant que l'objet n'est pas identifié. Les deux premiers points sont très dépendants de la marge temporelle pour être efficaces, ce qui pose, de nuit, un problème spécifique d'anticipation que l'éclairage (public et automobile) vise à pallier.

Améliorer la conception de l'éclairage public par la prise en compte de la conduite : un exemple de démarche

Le modèle STV échoue à proposer un seuil de VL adapté à l'éclairage public, pour partie en raison d'une faible confrontation à des situations réelles de conduite. Tenir compte de l'activité de conduite dans la conception de l'éclairage pose de fortes questions méthodologiques. Martens (2000) expose les quatre méthodes principales pour évaluer la perception (à entendre ici comme la détection et l'identification) d'un panneau de signalisation : (i) Le suivi du regard (*eye-tracking*) permet de connaître les endroits que l'œil fixe, mais ne donne pas d'indications sur ce qui est réellement perçu ou traité. (ii) La verbalisation simultanée à la conduite permet de comprendre ce que le conducteur, au niveau conscient, considère comme important. Mais cette technique concurrence l'activité de conduite, interfère avec les mouvements des yeux, et se trouve restreinte du fait de la

contrainte temporelle et de l'intrication des traitements symboliques et subsymboliques des activités cognitives en conduite (Mundutéguy & Darses, 2007). (iii) La technique du rappel : les conducteurs sont arrêtés au bord de la route et il leur est demandé de verbaliser ce qu'ils ont vu. Cette méthode donne des informations sur la perception « consciente » et la mémorisation. L'absence de rappel peut signifier « non perçu », « perçu mais oublié » ou « non traité ». (iv) L'enregistrement du comportement du conducteur (vitesse, angle au volant, freinage, etc.). Cette méthode centrée sur les performances en conduite occulte le caractère situé de la conduite (Villame, 2004). Une démarche intégrant plusieurs méthodologies consiste en une analyse approfondie de l'activité du conducteur en situation réelle, mettant en oeuvre des techniques d'observation contrôlée des comportements, associées à des techniques de verbalisation consécutives et/ou simultanées à l'observation et à des techniques d'entretien. Comme tout choix méthodologique, il dépend de la problématique à laquelle répondre.

Prise en compte de la situation de double tâche et de la vision périphérique

Pour introduire certains aspects de la conduite dans les modèles de dimensionnement de l'éclairage, nous proposons de partir de la pratique actuelle des éclairagistes, c'est-à-dire du modèle STV qui est fondé sur des données psychophysiques. La réduction expérimentale opérée par ce modèle (observateur statique qui doit détecter une cible de référence posée à 83 m sur la voie) pourrait être discutée en terme de validité écologique, mais ce n'est pas l'objet de cet article. Cette situation de référence est difficile à observer en situation réelle de conduite, c'est pourquoi nous pensons que prendre en compte l'activité de conduite suppose de contrôler les différentes variables manipulées lors de plusieurs expérimentations.

Nous avons isolé ce qui nous apparaît comme les deux principales différences entre la situation de référence du modèle STV et la situation de conduite : (a) Le modèle SVT est basé sur des données psychophysiques, alors qu'en situation de conduite la détection de cible est une tâche parmi de nombreuses tâches secondaires (Crundall, Underwood, & Chapman, 1999). Plus précisément, le modèle ne prend pas en considération la tâche de conduite qui comporte en même temps des activités de commande du véhicule et de traitement de l'information. (b) Le modèle STV est basé sur des données de détection fovéale, qui n'est pas le seul mode de détection en conduite, qui exige l'utilisation simultanée de la vision centrale et périphérique, et ce d'autant plus lors de la détection de cibles, où la vision périphérique est d'importance primordiale (Owsley & McGwin, 1999).

Nous avons pris en compte ces deux critiques du modèle STV en étudiant la détérioration du taux de détection lorsque l'on passait d'une situation où la détection en périphérie était la seule tâche à accomplir, à une situation où la tâche principale était une tâche sensori-motrice et la tâche secondaire la détection de cible en périphérie. Dans cette expérimentation, le contraste et l'excentricité variaient. Les résultats ont montré que la tâche principale (déplacement avec des manivelles d'un mobile sur un circuit porté à l'écran) a pour effet de détériorer les performances de détection de cible en vision périphérique, donc que les cibles périphériques sont plus difficilement détectées lorsque l'individu est engagé dans la réalisation d'une activité sensorimotrice (Mayeur, Brémond, & Bastien, August 2008). Les modèles de dimensionnement de l'éclairage public basés sur des expérimentations où l'unique tâche est la tâche de détection fovéale sont donc limités. Bien que l'expérimentation décrite ci-dessus utilise une tâche artificielle, ces premiers résultats permettent de tendre vers des situations expérimentales de plus en plus écologiques.

Perspectives

D'autres facteurs importants séparent la situation psychophysique de référence de l'activité de conduite. Dans des études futures, nous aborderons de manière indépendante certains de ces facteurs, en choisissant à chaque fois les méthodologies expérimentales adaptées.

L'introduction du contexte de la scène routière (sémantique), ainsi que la dynamique, dans une tâche de détection, est possible en utilisant un protocole expérimental en laboratoire à l'aide de vidéos et/ou d'un simulateur de conduite. Les simulateurs de conduite permettent un meilleur contrôle de la situation expérimentale par rapport aux expériences en situations réelles. Cependant, la question de la validité écologique de l'étude de la perception du conducteur avec cette méthodologie reste ouverte (Kemeny & Panerai, 2003). La simulation de conduite a été comparée à une situation de laboratoire utilisant les vidéos (M.H. Martens & Fox, 2007) en terme de comportement visuel, et des vidéos routière ont été utilisées pour évaluer la prise d'information visuelle en conduite (Crundall et al., 1999). Dans ces paradigmes expérimentaux, l'utilisation de techniques de suivi du regard paraît nécessaire du fait de l'importance du facteur excentricité dans les performances de détection. Parallèlement, il nous paraît nécessaire de disposer de données expérimentales en conduite réelle. Dans le domaine de la visibilité routière, la situation la plus utilisée est la conduite sur piste fermée (Langham & Moberly, 2003), à la fois pour des raisons de sécurité et pour mieux contrôler les variables par rapport à une conduite avec trafic. Ce type d'études a abordé dans les années 1970 et 1980 la mise au point d'un seuil de performance visuel (Hills, 1975; Van Bommel & Tekelenburg, 1986), et plus récemment la technologie de l'éclairage (Akashi, Rea, & Bullough, 2007) et les tests visuels pertinents pour la conduite (Wood, 2002). Nous pouvons qualifier notre approche de pas à pas, permettant une discrimination des effets les plus importants de la vision en conduite de nuit (CIE, 1992a) dans le but de proposer un meilleur critère de visibilité routière. Nous espérons que cette démarche contribuera à un modèle de visibilité routière plus opérationnel et améliorera les spécifications des praticiens de la route lors de la conception de l'éclairage.

Références

- Adrian, W. (1987). Visibility levels under night-time driving conditions. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, 16(2), 3-12.
- AFE. (2002). *Recommandations relatives à l'éclairage des voies publiques*. France: Paris.
- Akashi, Y., Rea, M. S., & Bullough, J. D. (2007). Driver decision making in response to peripheral moving targets under mesopic light levels. *Lighting Research and Technology*, 39(1), 53-67.
- Allen, J. F., Lunenfeld, H., & Alexander, G. J. (1971). Driver information needs. *Highway Research Record*, 366, 102-115.
- Berthoz, A. (2003). *La décision*: Paris : Odile Jacob.
- Blackwell, H. R. (1946). Contrast thresholds of the human eye. *Journal of Optical Society of America*, 36(11), 624-643.
- Brémond, R. (2007). *Quality indexes for road lighting: a review*. Paper presented at the 26th session of the CIE, 4-11 July 2007, Beijing, China.
- Cellier, J. M. (1996). Exigences et gestion temporelle dans les environnements dynamiques. In J. M. Cellier, V. De Keyser & C. Valot (Eds.), *La gestion du temps dans les environnements dynamiques* (pp. 17-48). Paris: PUF.
- CIE. (1992a). *Fundamentals of the visual task of night driving*.
- CIE. (1992b). *Road lighting as an accident countermeasure* (No. Publication CIE 93). Vienna.
- Crundall, D., Underwood, G., & Chapman, P. (1999). Driving experience and the functional field of view. *Perception*, 28, 1075-1087.
- European Norm. (2004-2005). *13 201 series : Road lighting*.
- Fleury, D., Reigner, H., & Séhier, J. L. (2006). La sécurité routière: une vision restrictive, un système sans pilote? In *Recherche et sécurité routière. Pour une action publique renouvelée* (pp. 47-62): Cahiers "risques collectifs et situation de crise". Publications de MSH-ALPES.

- Galland, J. P., Gilbert, C., Henry, E., & Linhardt, D. (2006). La sécurité routière: une vision restrictive, un système sans pilote? In *Recherche et sécurité routière. Pour une action publique renouvelée* (pp. 15-30): Cahiers "risques collectifs et situation de crise". Publications de MSH-ALPES.
- Gibson, J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: MA: Houghton-Mifflin.
- Hills, B. L. (1975). Visibility under night driving conditions. Part 2. Field measurements using disc obstacles and a pedestrian dummy. *Lighting Research and Technology*, 7(4), 251-258.
- Hills, B. L. (1980). Vision, visibility, and perception in driving. *Perception*, 9, 183-216.
- Hoc, J. M., Amalberti, R., Cellier, J. M., & Grosjean, V. (2004). Adaptation et gestion des risques en situation dynamique. In J. M. Hoc & F. Darses (Eds.), *Psychologie ergonomique : tendances actuelles*. Paris: PUF.
- Kemeny, A., & Panerai, F. (2003). Evaluating perception in driving simulation experiments. *Trends in cognitive sciences*, 7(1), 31-37.
- Land, M. F., & Harwood, J. (1995). Which part of the road guide steering? *Nature*, 377, 339-340.
- Land, M. F., & Lee, D. N. (1994). Where we look when we steer. *Nature*, 369, 742-744.
- Langham, M. P., & Moberly, N. J. (2003). Pedestrian conspicuity research: a review. *Ergonomics*, 46(4), 345-363.
- Martens, M. H. (2000). Assessing road sign perception: a methodological review. *Transportation Human Factors*, 2(4), 347-357.
- Martens, M. H., & Fox, M. (2007). Does road familiarity change eye fixations? A comparison between watching a video and real driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 10(1), 33-47.
- Mayeur, A., Brémond, R., & Bastien, C. (August 2008). The effect of task and eccentricity of the target on detection thresholds in mesopic vision. Implications for road lighting. *Human Factors*, 50(4), xxx-xxx. .
- Mundutéguy, C., & Darses, F. (2007). Perception et anticipation du comportement d'autrui en situation simulée de conduite automobile. *Le Travail Humain*, 70(1), 1-32.
- Neboit, M. (1974). Perception, anticipation et conduite automobile. *Le Travail Humain*, 37(1), 53-72.
- ONISR. (2006). Les grandes données de l'accidentologie 2006 <http://www.securiteroutiere.equipement.gouv.fr/infos-ref/observatoire/accidentologie/index.html>
- Owsley, C., & McGwin, J. G. (1999). Vision impairment and driving. *Survey of ophthalmology*, 43(6), 535-550.
- Rasmussen, J. (1986). *Information processing and human-machine interaction*. Amsterdam: Elsevier.
- Van Bommel, J. M., & Tekelenburg, J. (1986). Visibility research for road lighting based on a dynamic situation. *Lighting Research and Technology*, 18(1), 37-39.
- Villame, T. (2004). Conception de systèmes d'assistance au conducteur: comment prendre en compte le caractère complexe, dynamique et situé de la conduite automobile ? Cognition située et conception de systèmes d'assistance au conducteur. *@ctivités*, 1(2), 146-169.
- Wood, J. M. (2002). Age and visual impairment decrease driving performance as measured on a closed-road circuit. *Human Factors*, 44(3), 482-494.