

Comment mieux prendre en compte la capacité visuelle dans la prévention routière, puisque la majorité des informations nécessaires pour la conduite est fournie essentiellement par ce canal ? Explorer les spécificités des différents paramètres de la vision au volant est indispensable pour être en mesure de les améliorer ou de les remplacer via les nouvelles technologies proposées par les équipementiers et mises en œuvre par les constructeurs dans les véhicules autonomes.

Plusieurs paramètres de la fonction visuelle sont mis en œuvre pour conduire. Ils ne font pas ou peu l'objet d'évaluations spécifiques. En France en effet, le permis de conduire des véhicules légers est délivré à vie, sans

examen médical d'aptitude et sans obligation de contrôle médical par la suite, à l'exception des décisions de retrait. La récupération de l'aptitude est alors soumise à un examen par un médecin agréé. Les affections médicales incompatibles avec l'obtention ou le maintien du permis de conduire, ou entraînant une durée de validité limitée, incluent néanmoins les altérations visuelles selon l'arrêté du 18 décembre 2015.

Un apprentissage à la conduite effectué sur des voitures à doubles commandes précède l'examen d'obtention du permis, car la fonction visuelle, établie préalablement depuis l'enfance, doit être adaptée à une utilisation nouvelle et différente. Elle doit permettre en particulier d'apprécier des distances et

BIOGRAPHIE DE L'EXPERT

Le Docteur Jacques Chevaleraud a mené la plus grande partie de sa carrière en tant que Chef du Service d'Ophtalmologie du Centre Principal d'Expertise du Personnel Navigant de l'Aéronautique, puis comme Consultant des Compagnies aériennes Air Inter, U.T.A et Air Afrique.

Son rôle pour la sélection et la surveillance des personnels est à l'origine de son intérêt pour la conduite automobile.

Professeur agrégé du Val de Grâce, il a été Professeur titulaire de la Chaire de Chirurgie Spéciale et Physiopathologie sensorielle de l'École d'Application de l'Armée de l'Air. Il a succédé comme Membre du Conseil Médical de la Prévention Routière aux Professeurs Perdriel et Langlois.

des vitesses de rapprochement d'obstacles, mobiles ou fixes, en tenant compte des distances de freinage. La fonction visuelle résulte dans ce cas de l'intégration des informations fournies par des capteurs périphériques. Ces informations sont transmises à des aires corticales et comparées à des données stockées et mémorisées pour obtenir une représentation de l'environnement, permettant ainsi de mettre en œuvre des procédures adaptées à la situation rencontrée. Le traitement de l'information nécessaire à la conduite peut être divisé en trois étapes : une étape sensorielle liée à l'encodage

LE TRAITEMENT DE L'INFORMATION EN TROIS ÉTAPES

- 1 L'importance de l'information initiée par les photorécepteurs, cônes et bâtonnets de la rétine, dépend de leur nombre et de la qualité des pigments qui transforment un stimulus physique en réaction chimique.**
- 2 La réaction chimique se transmet grâce à des neurotransmetteurs vers les cellules bipolaires, puis vers les cellules ganglionnaires.**
- 3 La racine médiane des fibres hémirétines va jouer un rôle dans le repérage des stimuli pénétrant dans le champ visuel, et va commander des mouvements oculaires permettant l'identification et le déplacement afin que l'information soit traitée.**

Les caractéristiques de l'information (forme, taille, couleur, mouvement, vitesse de déplacement...) seraient traitées par des voies spécifiques, sélectionnées avec l'aide de médiateurs chimiques.



« Au volant, l'acuité visuelle mesurée en vision de loin ne doit pas être inférieure à 5/10 en vision binoculaire »

l'action du stimulus physique, se modifient pour créer un influx nerveux qui se propage vers le cortex occipital en franchissant de nombreuses synapses. Pendant la conduite, l'acuité permet la détection et l'identification

rétinien, une étape constituée par un traitement perceptif global réalisé au niveau du cortex global et une dernière étape cognitive qui, après confrontation avec des modèles mémorisés, permet l'identification de la scène et la recherche de la décision adaptée à prendre.

ACUITÉ ET CHAMP VISUEL : DES PARAMÈTRES « NÉCESSAIRES » À LA CONDUITE

Pour l'obtention d'un permis de conduire, l'acuité visuelle mesurée en vision de loin ne doit pas être inférieure à 5/10 en vision binoculaire, sans ou après correction, optique ou chirurgicale. Cette valeur minimale se rapproche des exigences nécessaires

pour conduire. Le résultat de la mesure clinique dépend de plusieurs facteurs. Les uns sont indépendants du sujet examiné et sont liés à la luminance du test utilisé, aux contrastes, aux formes et aux couleurs. Les autres dépendent du récepteur oculaire : la réfraction (émétropie ou amétropie), la surface des pupilles, la puissance de l'accommodation et la transparence des milieux oculaires (cornée, cristallin et vitré). Ils dépendent également de la qualité et de la rapidité des mouvements oculaires et de la qualité de la vision binoculaire influencée par l'état général (fatigue, insomnie, hypoxie...). Ils dépendent enfin de la quantité des cônes centraux et de la réactivité des pigments, qui sous

des obstacles fixes ou mobiles, colorés ou non. La vitesse d'acquisition augmente avec la valeur de l'acuité.

Le rôle du champ visuel est à la fois qualitatif et quantitatif. La qualité est liée à la valeur des seuils de sensibilité, permettant la détection dans toute la surface du champ exploré d'informations de très petites surfaces et de très faibles intensités. L'importance quantitative est liée à la surface rétinienne active qui peut être réduite par :

- **des zones de non-perception systématisées** (quadrantopsies, hémianopsies) fixes et généralement définitives, correspondant à des lésions du nerf optique ou plus postérieures ;
- **des zones de non-perception non systématisées** (scotomes) permanentes et/ou évolutives, secondaires à des

lésions rétinienne d'origine infectieuse ou dégénérative (diabète et dégénérescences maculaires), à des lésions neurologiques (glaucomes) ou à des maladies hérédo-dégénératives (rétinopathies pigmentaires).

Pour conduire avec un minimum de sécurité, le champ visuel horizontal ne doit pas être inférieur à 120° et

« Les mouvements de rotation du cou augmentent la surface utile du champ visuel et la vitesse d'exploration »



à 20° vers le haut et le bas. Aucune anomalie du champ visuel ne doit exister dans un rayon de 20° par rapport à l'axe de fixation. Si l'acuité d'un œil est nulle ou inférieure à 1/10, l'examen du champ visuel de l'autre œil ne doit révéler aucune anomalie.

Les mouvements de rotation du cou augmentent la surface utile du champ visuel et la vitesse d'exploration. La diminution de cette mobilité, fréquente chez les conducteurs âgés, pourrait donc jouer un rôle dans l'augmentation du nombre d'accidents graves constatés aux intersections. La durée d'observation est plus longue avant la prise de décision de franchissement, d'où

la collision due à la négligence d'un véhicule en rapprochement. Le pourcentage d'accidents mortels des auteurs présumés responsables de non-respect de priorité aux intersections augmente de 14% à partir de 45 ans, pour atteindre 25% à partir de 65 ans.

Le phénomène d'éblouissement, de par son apparition brusque, se substitue souvent temporairement aux paramètres nécessaires de la conduite vus précédemment. En effet, de jour comme de nuit, l'éblouissement génère une conséquence immédiate : la perte partielle ou totale de l'information visuelle. Celle-ci est

liée à la modification plus ou moins importante des pigments des cônes et des bâtonnets qui ne peuvent plus transmettre de message utile du fait de la création d'un scotome central étendu et de déficits périphériques. La durée varie en fonction des caractéristiques de la source responsable : puissance, surface, durée, composition spectrale et répétition du phénomène, mais aussi en fonction de l'âge et de l'état vasculaire responsable de l'irrigation de la rétine (vasoconstriction ou vasodilatation). La seconde conséquence est caractérisée par la durée nécessaire à la reconstitution progressive des pigments générant le message sensoriel : elle est liée

également aux caractéristiques optiques des globes oculaires responsables de la qualité de la fonction visuelle précédant l'éblouissement.

D'AUTRES PARAMÈTRES À PRENDRE EN CONSIDÉRATION

Les paramètres complexes

Ils sont à la fois périphériques (acuité visuelle et champ visuel), centraux et psycho-sensoriels. Ils dépendent des qualités optiques du récepteur responsable de la valeur quantitative de l'acuité, en association avec la qualité des milieux transparents et du nombre de photorécepteurs, ainsi que des qualités chimiques intervenant dans le codage et la transmission des informations. La vitesse d'acquisition est variable chez les individus en fonction de l'âge : elle ralentit en fonction de la quantité d'oxygène dans le sang liée à l'hypoxie (pathologies respiratoires, altitude ou addiction tabagique). La vitesse de transmission des influx nerveux est physiologiquement variable et ralentie chez les sujets touchés par des intoxications (alcool, tabac, médicaments...) ou des maladies neuro dégénératives (sclérose en plaque par exemple). L'information arrivée au cortex doit être adaptée à la situation, et pour cela être confrontée à des situations comparables mémorisées, pour décider de la meilleure solution à adopter pour résoudre le problème

posé. Elle découle de la quantité d'informations disponibles en mémoire, liée à l'expérience acquise, et de la rapidité de décision pour la mise en jeu.

Les paramètres variables

La variabilité est essentiellement dépendante de l'âge du conducteur. Les performances diminuent parallèlement à la baisse des seuils de perception (acuité, vitesse de perception, vitesse de récupération après éblouissement). De plus, la vitesse de perception diminue en fonction de l'allongement du temps de progression de l'influx nerveux, mais essentiellement du fait des phénomènes psycho-sensoriels retardant la prise de décision et la réaction motrice nécessaire.

Les paramètres fragiles

Par ailleurs, les causes de fragilité sont multiples. Elles sont physiologiques, notamment liées au vieillissement. Elles sont parfois pathologiques, secondaires à des pathologies générales comme le diabète, responsable actuellement de 5 % des cas de déficiences visuelles. Les causes les plus fréquentes restent les amétropies non ou mal corrigées (15% de la population en âge de conduire), les glaucomes dans 7% des cas et les dégénérescences maculaires pour les sujets de plus de 80 ans. Elles peuvent être secondaires à des addictions à l'alcool, au tabac

Paramètres fragiles



ou à des psychotropes, dont la persistance des effets secondaires est plus prolongée sur les fonctions sensorielles que sur la fonction cognitive. Elles sont parfois liées à des traitements médicamenteux multiples et associés, prescrits par des soignants pas toujours ou mal informés.

LES AIDES APPORTÉES À LA CONDUITE

L'allongement de la durée de vie, l'augmentation du nombre des véhicules, de tailles et de performances différentes, ainsi que les dangers de la circulation, ont conduit les utilisateurs, ceux qui les soignent (médecins et paramédicaux) ainsi que les équipementiers et les constructeurs à rechercher des aides à la conduite.

Le rôle des professionnels de santé

Les médecins doivent tenir compte des effets secondaires de leurs prescriptions, des thérapeutiques en cours et des automédications. Ils doivent, avec les opticiens, convaincre leurs patients conducteurs de vérifier la persistance de l'adéquation de leurs corrections optiques avec la conduite, et de les utiliser pour cela. De par le secret médical, ils doivent s'efforcer de les dissuader de conduire lorsqu'ils estiment qu'ils sont devenus dangereux pour eux-mêmes et pour les autres.

Le rôle des équipementiers

L'aide apportée à la fonction visuelle des conducteurs par les équipementiers est notamment importante dans le domaine de l'éclairage. Les ampoules récentes au xénon remplacent celles à filament, améliorant la puissance et la portée des phares. Certaines optiques de phares peuvent d'ailleurs effectuer un

« Des dispositifs infrarouges détectent et signalent la présence d'obstacles, avant qu'ils ne soient perçus par le conducteur »

découpage de la route afin de ne pas éblouir les autres conducteurs. Ces équipements compensent en grande partie les problèmes liés à l'éblouissement de nuit. En effet, l'acuité visuelle et le champ visuel sont de fait moins impactés par des éclairages adaptés. Cet éclairage s'adapte également aux personnes âgées touchées par des troubles visuels et plus sensibles encore au phénomène d'éblouissement. De même, des dispositifs infrarouges (caméras thermiques inspirées de la recherche militaire) détectent et signalent la présence d'obstacles, avant qu'ils ne soient perçus par le conducteur. Cela lui permet d'anticiper la présence de ces obstacles et d'être donc plus vigilant et alerte.

Le rôle des constructeurs

La course lancée par les constructeurs automobiles pour mettre en circulation des véhicules autonomes s'accélère. Actuellement, seule l'Allemagne en Europe a légiféré pour conditionner la circulation de ce type

de véhicule à la présence à bord d'un conducteur. Dans l'hypothèse où un passager devrait intervenir, comment peut-on appréhender la vigilance d'un conducteur dans ce type de véhicule ? L'homme d'aujourd'hui est-il prêt, par ailleurs, à abandonner sa responsabilité à un robot pour arbitrer dans des situations complexes ? —

- Corbe C., Menu J.P., Chaine G. - Traité d'optique physiologique et clinique - Doin Editeurs, 1993.
- Darras C. - Élément et réflexions d'optique physiologique - Editions ERA, 1995.
- Hamard H., Corbe C. - L'organisation cognitive de la vision. Intérêt de sa prise en compte pour la conduite automobile. - Revue de gériatrie 36,6, 2011, 347, 355.
- Remond AL., Bodaghi - Conduite automobile et troubles de la vision. La revue du praticien, 67, 2017, 767, 777.
- Robert P.Y. - Déficiences visuelles. Rapport Société Française d'Ophtalmologie, 2017.
- Observatoire national interministériel de la sécurité routière.