

*ORGANISME
NATIONAL DE
SÉCURITÉ
ROUTIÈRE*

**LE GUIDAGE
DE LA CONDUITE
ÉTUDE
D'UN SYSTÈME
DE GUIDAGE
ÉLECTRONIQUE**

*Bulletin n° 29
Février 1972*

**CDAT
15062**

LE GUIDAGE DE LA CONDUITE ÉTUDE D'UN SYSTÈME DE GUIDAGE ÉLECTRONIQUE

J. CRESPIY (1)

Laboratoire de psychophysologie
de l'ONSER

RÉSUMÉ

L'étude entreprise au laboratoire de psychophysologie de Monthléry avait pour but de tester l'effet d'un procédé de guidage électronique du conducteur sur l'attention et la vigilance.

L'expérience, réalisée avec l'aide des techniques électrophysiologiques EEG, fréquence cardiaque, clignements palpébraux, n'a pas permis de montrer un effet de stimulation de la vigilance sur l'échantillon des seize sujets analysés. Il a même été observé chez les conducteurs guidés une baisse relative de ce niveau de vigilance que l'on a attribuée à une baisse relative de la charge mentale chez les sujets guidés qui n'ont pas à rechercher un parcours.

On a voulu mettre ensuite l'accent sur les implications psychosociologiques d'un système de guidage et son rôle en tant qu'aide à la conduite. Des questions sont posées sur la définition de ce rôle et sur les facteurs humains qui entrent en jeu.

SUMMARY

This study concerns the effects of an electronic route guidance system upon drivers' levels of attention and vigilance. No increase in vigilance, as measured by alpha rhythm, eye-blinks, and heart frequency, could be observed in 16 subjects. Contrary to the original hypothesis, the data seemed to indicate a drop in vigilance as a consequence of the presence of the route guidance system. This finding was believed to be due to a reduction in task load. Social, psychological and human factors implications of route guidance systems as driving aids were discussed.

(1) L'auteur tient à remercier le Dr POTTIER pour ses conseils scientifiques, F. LECRET pour sa participation à ce travail, et A. SAILLOUR pour sa collaboration technique.

Dans le but de faciliter la tâche du conducteur, un certain nombre de dispositifs sont actuellement à l'étude, dont l'ensemble constitue ce qu'on appelle communément des « aides à la conduite ». Ils ont pour but soit de diminuer la charge de travail du conducteur (c'est le cas en particulier des dispositifs de guidage), soit de lui apporter des informations sur son véhicule (compteurs de vitesse, jauges diverses, etc.), sur les autres véhicules (radars détectant les distances entre véhicules), sur l'état de la route (temps de freinage), etc.

Le guidage du conducteur s'effectue le plus souvent par l'intermédiaire des différents panneaux de signalisation et présignalisation dont disposent les spécialistes de la circulation routière. Mais il ne peut s'adapter à chaque cas particulier, et c'est pour le rendre plus personnalisé, et plus directement efficace pour chaque usager, que certains spécialistes américains cherchent à mettre au point un système de guidage électronique. Un tel système aurait en outre l'intérêt de prévenir dans une certaine mesure

l'encombrement aux carrefours. Un tel système exige une infrastructure énorme et n'est pas sans poser des problèmes de divers ordres, où les facteurs humains en particulier ne sont pas négligeables.

Un ensemble de recherches sur ce système de guidage électronique des conducteurs (ERGS) a été entrepris par le Bureau of Public Roads du Department of Transports des Etats-Unis, qui a élaboré un programme en cinq phases, où sont abordés à la fois les problèmes d'infrastructure du système, de caractéristiques de l'environnement (routes et intersections) et les facteurs humains proprement dits (quel est le type d'information requise pour un conducteur soumis à un guidage électronique).

Dans le cadre de la collaboration France-U.S.A., mettant en rapport l'ONSER et le Department of Transport, l'ONSER a pris en charge un petit aspect de cette étude, concernant la détermination de l'impact d'un tel système sur le niveau de vigilance des conducteurs.

INTRODUCTION

La réalisation de l'expérience a été confiée au laboratoire de psychophysiologie de Montlhéry où ont été réalisées précédemment des expériences sur l'évolution du niveau de vigilance en situation de conduite monotone.

Le protocole expérimental avait été proposé par M. Burton Stephens aux chercheurs français, mais il a été en grande partie modifié sur place pour tenir compte des nécessités et des exigences du contexte français, en particulier des éléments suivants :

— **Le parcours** : il ne pouvait être très long car les conditions expérimentales actuelles nécessitent une participation active de l'expérimentateur qui doit remplacer l'ordinateur et délivrer lui-même les signaux lumineux à l'aide d'un registre de touches.

— **L'infrastructure** : on a choisi des routes nationales et départementales plutôt que l'autoroute pour la raison évidente qu'il devait y avoir des intersections dans le parcours.

— **Les sujets** : ils devaient être expérimentés mais ne pas connaître le parcours proposé. On ne pouvait donc les utiliser deux fois sur le même parcours, pour tester l'effet du guidage par rapport à un trajet non guidé.

— **Les conditions extérieures** : on a introduit une comparaison entre trajets de jour et trajets de nuit. L'expérience avait pour but de vérifier si un système de ce genre, comportant des stimulations lumineuses internes au véhicule, pouvait exercer un effet d'activation sur le système nerveux du conducteur et, par conséquent, élever son niveau de vigilance.

Si les résultats obtenus ne semblent pas apporter la preuve d'un effet de ce type, ils n'en sont pas moins intéressants de par leur nature même et les conséquences qu'ils impliquent.

D'autre part, l'expérimentation réalisée n'a pu manquer de susciter dans l'esprit de ceux qui y ont participé des problèmes d'un ordre plus général que ceux de l'attention et la vigilance, pour lesquels l'ONSER avait été directement sollicité. En effet, l'information ainsi présentée aux sujets était très différente de celle dont ils ont l'habitude et soulevait chez eux des réactions variées, dont il a paru intéressant de faire état dans ce travail : c'est dans ce but qu'une seconde partie de réflexions sur ce dispositif est venue s'adjoindre à la relation des faits expérimentaux.

L'étude des facteurs humains, et en particulier psychologiques, dans l'adaptation des conducteurs aux dispositifs divers dont on veut les pourvoir, semble être une nécessité et pourrait s'avérer être une nouvelle voie de recherche intéressante à l'ONSER.

I. LA PHASE EXPÉRIMENTALE 1970-1971

A. LE PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Dans le protocole expérimental élaboré à Montlhéry a été abandonnée la première phase proposée par les chercheurs américains qui consistait à étudier tout d'abord en laboratoire l'effet de stimulations simples, c'est-à-dire de sons neutres (clics) ou d'éclairs lumineux (flashes). Dans le cadre d'une recherche appliquée sur un guidage du conducteur, le signal porteur d'une information présente seul de l'intérêt. Comparer des stimulations lumineuses et auditives simples avec des signaux comme ceux de l'ERGS (porteurs d'une information précise) serait donc comparer deux choses de nature totalement différente.

Le protocole expérimental consiste à mettre en parallèle deux catégories de conducteurs : les uns soumis au guidage par l'ERGS, les autres devant se guider eux-mêmes. Chacun de ces groupes (huit sujets) a été subdivisé en deux sous-groupes selon que le trajet était effectué de jour ou de nuit.

Le trajet expérimental, dans tous les cas, étant le même, il a été nécessaire d'opérer sur des groupes indépendants.

Chaque sujet est soumis à un premier parcours-test distinct du parcours expérimental, qui a pour but de le familiariser avec l'expérience et avec le véhicule. Ce parcours est le même pour tous les sujets, avec ou sans guidage.

Les conditions expérimentales sont les mêmes pour tous les sujets : le départ se fait l'après-midi, vers 15 heures, pour les expériences de jour, le soir vers 20 heures pour les expériences de nuit.

Les consignes données aux sujets précisent les conditions dans lesquelles le parcours doit être effectué : on leur demande de conduire normalement le véhicule expérimental à une vitesse qui ne devra pas dépasser le 110 km/h et en respectant le code de la route. La limitation de vitesse, fixée à 110 km/h, a été choisie pour des raisons d'adaptation au parcours choisi, qui comprenait des routes sinueuses et beaucoup d'intersections.

Les sujets, de sexe masculin, ont entre 25 et 40 ans et possèdent une bonne expérience de la conduite. Ils ne connaissent pas le trajet. Ce trajet expérimental, d'environ 80 km, comporte des nationales et des départementales et traverse douze agglomérations plus ou moins importantes.

Dans le parcours sans guidage, le sujet doit effectuer un choix avant chaque intersection. Pour cela, il dispose d'un carton récapitulatif portant mention du nom des cinq principales localités qu'il aura à traverser. Il a, en outre, la possibilité de repérer son trajet, avant le départ, sur une carte de la région. Dans le parcours guidé, l'indication nécessaire est fournie au sujet environ 150 m avant l'intersection : 37 signaux lui sont ainsi donnés.

B. METHODOLOGIE ET TECHNIQUE

1. Le système de stimulation

C'est le dispositif de guidage proprement dit. Il comporte, dans l'expérience française, un cadran placé à côté du tableau de bord, devant le conducteur, et relié à un registre de touches, dont dispose l'expérimentateur, placé à l'arrière du véhicule (fig. 1).

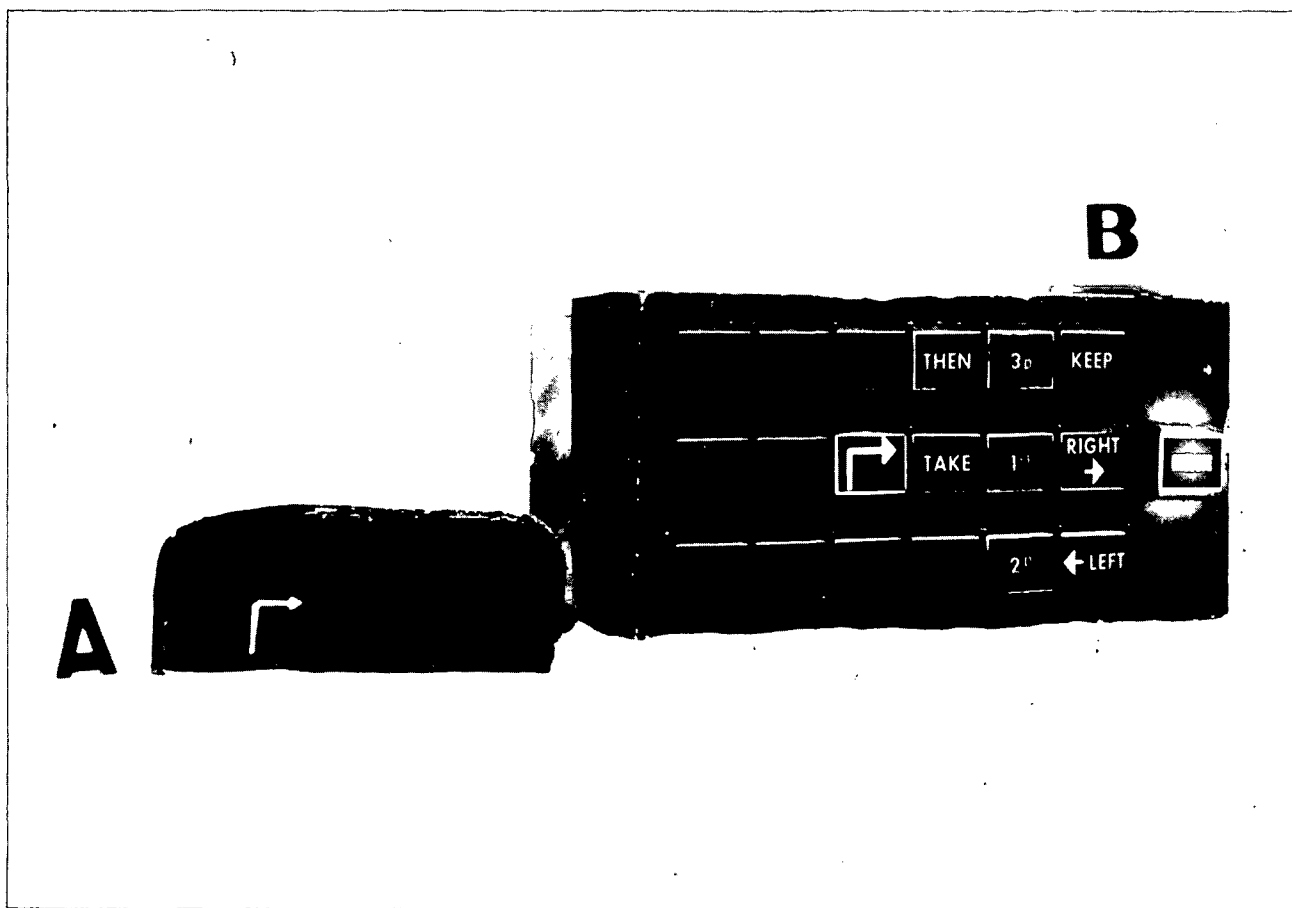


FIG. 1. - Dispositif de guidage visuel des véhicules (ERGS) :

- a) Cadran où s'allument les flèches de direction, placé au niveau du tableau de bord ;
- b) Commande des signaux.

Ce registre sert à simuler les indications qui devraient être normalement fournies par un terminal d'ordinateur. Parmi les possibilités offertes par ce registre, les cinq flèches directionnelles seulement sont utilisées car on a exclu les combinaisons de flèches et les indications écrites : en effet, ces indications sont en anglais et peuvent se heurter à l'incompréhension de bon nombre des conducteurs. D'autre part, et même dans le cas où ces indications auraient été traduites, il s'agissait là d'un autre système de signalisation, dont l'impact pouvait sembler très différent de celui des flèches. On a donc préféré n'utiliser que ces dernières. Il y a une flèche droite verticale, deux flèches en oblique (à gauche et à droite) et deux flèches formant un angle droit (à gauche et à droite).

Chaque fois qu'une flèche est délivrée au sujet, un petit signal sonore l'avertit. Il s'agit donc d'un système à double signalisation : une signalisation d'avertissement (le son) et une signalisation de type informatif (la flèche).

2. Le recueil des données et la détection des signaux

Comme dans les précédentes expériences sur le niveau de vigilance des conducteurs, on a utilisé ici les paramètres physiologiques : ils sont de trois types :

a) L'électroencéphalogramme (EEG)

On recueille, au niveau du scalp, l'activité électrique du cortex cérébral. Ce paramètre est maintenant couramment utilisé, tant en laboratoire que sur le terrain. Des électrodes bipolaires sont placées sur la tête dans la région occipitale, de part et d'autre de la ligne médiane et permettent de recueillir les signaux.

b) L'électrocardiogramme

Le signal électrique de l'électrocardiogramme est ici utilisé uniquement pour la mesure de la fréquence cardiaque. On recueille ce signal par l'intermédiaire de deux électrodes placées sur la poitrine en dérivation précordiale.

c) *Les clignements palpébraux*

On enregistre le signal électrique qui a pour origine les potentiels musculaires des muscles palpébraux. Les variations en fréquence des clignements peuvent être considérées comme un indice de fatigue et de baisse d'attention.

Les variations de potentiel recueillies par les différents capteurs sont transmises à des émetteurs et parviennent à un récepteur de télémesure, dont l'intérêt est de supprimer tous les artefacts dus aux fils reliant habituellement le sujet à l'appareil d'enregistrement. L'ensemble des données est ensuite recueilli sur un enregistreur magnétique sous forme d'un document analogique complet (fig. 2).



FIG. 2 - Véhicule expérimental équipé d'un système de transmission par télémesure des variables physiologiques.

3. L'exploitation des données

a) *Exploitation manuelle*

Un premier dépouillement manuel des données a été effectué sur les tracés enregistrés. Il consiste à compter la fréquence des ondes EEG en cycles par seconde, la fréquence cardiaque par minute et le nombre de clignements palpébraux par minute.

b) *Exploitation à l'analyseur de fréquences*

Un analyseur des fréquences de l'EEG a permis d'établir un indice alpha, rapport de la valeur absolue du nombre d'ondes alpha par minute avec la moyenne des dix premières minutes de trajet.

c) *Exploitation automatique des données EEG*

Cette exploitation devait être réalisée aux Etats-Unis aux termes du contrat ONSER-DOT. Parallèlement, cette analyse a été confiée au centre de calcul de l'IRT.

Les premiers résultats sont en cours d'élaboration et devraient ouvrir la voie à une analyse plus systématique dès 1972.

C. LES RESULTATS

Les variations de chacun des paramètres physiologiques sont analysées dans les deux situations de conduite, avec et sans ERGS.

I. L'ELECTROENCEPHALOGRAMME

a) Trajets avec ERGS

La valeur de l'indice alpha tend à augmenter pour l'ensemble des sujets, bien que de façon différente pour chacun d'eux : les rapports d'accroissement sont de 5, 15, 20 et 34 pour cent entre les dix premières et les dix dernières minutes de l'épreuve.

Les deux conditions, jour et nuit, ne sont pas différenciées (fig. 3).

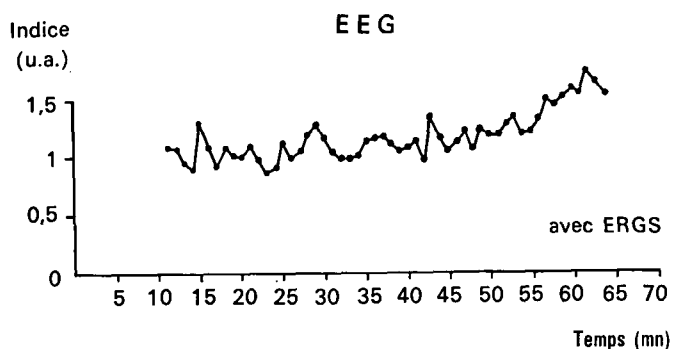


FIG. 3 - Augmentation dans le temps de l'indice alpha au cours d'un trajet guidé (ERGS).
Courbe obtenue sur l'un des sujets.
u.a. : unité arbitraire.

b) Trajets sans ERGS

Les variations de l'indice alpha sont ici moins importantes et on observe une stabilité relative de l'indice qui se maintient autour d'un niveau à peu près constant, du début à la fin du trajet (avec des variations de 4 à 5 pour cent de part et d'autre de ce niveau), que le parcours ait lieu de jour ou de nuit (fig. 4).

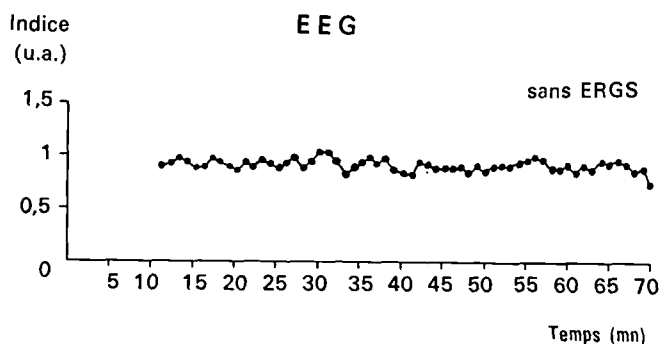


FIG. 4 - Stabilité dans le temps de l'indice alpha au cours d'un trajet non guidé.
Courbe obtenue sur l'un des sujets.

II. LA FREQUENCE CARDIAQUE

Les résultats ont été exprimés en valeurs d'accroissement de la fréquence cardiaque par rapport à la fréquence de repos (fig. 5 et 6).

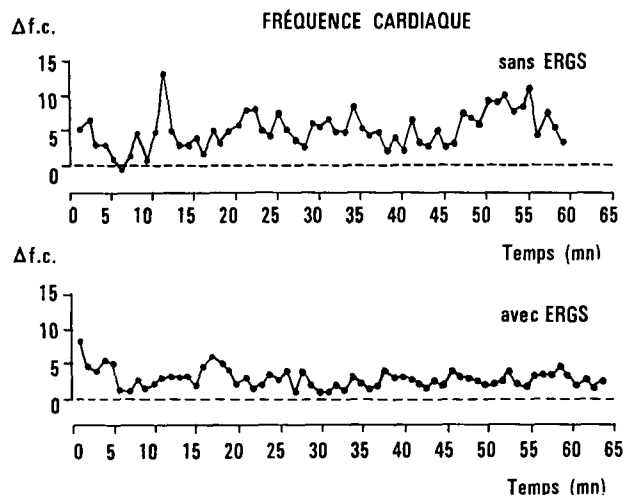


FIG. 5 - Fréquence cardiaque moyenne : courbe des accroissements par rapport à la valeur de repos, en fonction du temps :

a) En haut, trajets non guidés ;

b) En bas, trajets guidés (ERGS).

Noter la valeur plus élevée de l'accroissement et de la variabilité dans le premier cas (a).

Courbes moyennes sur quatre sujets.

Δf.c. : accroissements du nombre de battements.

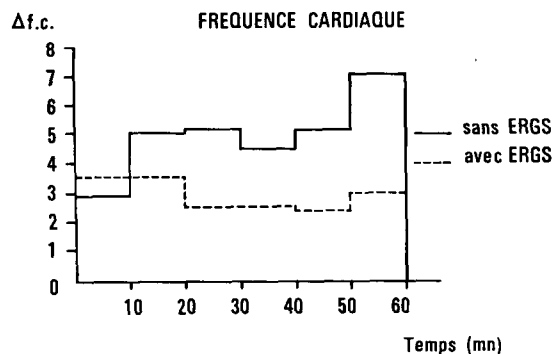


FIG. 6 - Fréquence cardiaque moyenne : histogrammes des accroissements par rapport à la valeur de repos, en fonction du temps.

Le niveau des accroissements est plus élevé dans la situation non guidée que dans la situation guidée (ERGS).

Histogrammes moyens sur quatre sujets.

a) Trajets avec ERGS

Les accroissements de fréquence sont compris entre un et quatre battements par minute, mais la courbe ne présente pas de différences importantes entre le début et la fin du trajet. Le niveau final est légèrement inférieur au niveau initial de l'épreuve.

b) Trajets sans ERGS

Les écarts par rapport au niveau de repos sont plus importants que dans la situation précédente et peuvent atteindre jusqu'à douze battements par minute. La variabilité semble aussi plus importante, mais n'a pas été évaluée.

Le nombre et la valeur des accroissements tendent à s'accroître en fin de parcours.

III. LES CLIGNEMENTS PALPEBRAUX

On n'a pas observé de variations systématiques de ce paramètre dans l'une ou l'autre situation.

EN RESUME

1. Les deux situations, avec et sans guidage, semblent assez bien différenciées par les données de l'électroencéphalogramme. L'augmentation de l'indice alpha du début à la fin du trajet dans le parcours avec ERGS contraste en effet avec la stabilité qu'il présente dans la situation sans guidage.

2. On observe également une différenciation des deux situations par le niveau de la fréquence cardiaque et son évolution dans le temps.

La situation avec ERGS se caractérise par une relative stabilité de la fréquence cardiaque, avec de faibles accroissements par rapport à la valeur de repos, alors que la situation sans ERGS présente une variabilité plus importante et des écarts à la valeur de repos qui vont en augmentant.

3. En ce qui concerne des clignements palpébraux, les données recueillies ne permettent pas de discriminer les deux situations étudiées.

DISCUSSION

On peut penser que le guidage par l'ERGS exerce une influence sur le niveau de vigilance des conducteurs, dans le sens d'une diminution, du moins dans les conditions expérimentales choisies. Cet effet semble d'autant plus notable que :

— il contraste avec la constance du niveau de vigilance dans les parcours non guidés ;

— il apparaît en dépit des stimulations visuelles de l'environnement (autres véhicules, agglomérations à traverser...) ;

— il n'est pas influencé par les signaux lumineux donnés au sujet dont on aurait pu attendre un effet d'activation au niveau de l'électroencéphalogramme.

Cependant, il est intéressant de noter que certains auteurs (PROVAZNIK D. et Coll., 1969) ont déjà trouvé

lors de travaux en laboratoire un effet transitoire d'enrichissement du tracé en ondes alpha lors de stimulations auditives. L'association d'un stimulus sonore avec le signal lumineux pourrait éventuellement être responsable d'un effet de ce type au niveau des tracés « avec ERGS ».

D'autre part, la situation avec guidage induit chez le conducteur une charge mentale relativement faible, comparativement à la situation non guidée, qui comporte un grand nombre de choix, et donc de prises de décision.

Relativement aux expériences faites sur la conduite monotone de longue durée (LECRET et Coll., 1971), la dégradation du niveau de vigilance semble ici assez rapide (puisqu'il s'agit d'environ une heure de conduite). Elle pourrait peut-être s'expliquer par un renforcement dû à l'habitation qu'entraîne la répétition des signaux.

Il apparaît assez clairement que la situation sans ERGS comporte un niveau de charge mentale plus élevé que la situation avec ERGS. Si l'on se réfère aux travaux de KALSBECK (KALSBECK et Coll., 1967), on devrait donc trouver une diminution de la variabilité de la fréquence cardiaque, ce qui ne semble pas se vérifier dans le cas présent. Les situations expérimentales ne paraissent donc pas pouvoir être comparées.

L'accroissement important pour une tâche de cette nature de la fréquence cardiaque moyenne est probablement lié, davantage qu'à la charge mentale proprement dite, aux contraintes de la situation non guidée, dans la mesure où le sujet, soumis à l'incertitude quant à son parcours, se trouve dans une situation d'inquiétude et de recherche d'indices.

Il ne semble pas que les clignements palpébraux puissent constituer un indice différenciateur des niveaux de vigilance lors de tâches de conduite dans un environnement complexe, où le sujet est soumis à de nombreuses stimulations, en particulier visuelles.

CONCLUSION

Il semble prématuré de tirer des conclusions exhaustives d'un tel travail, ceci pour un certain nombre de raisons :

— le dispositif testé ici n'est qu'une ébauche grossière de ce que pourra être le dispositif définitif. Le déclenchement automatique des signaux avec systématisation des temps de latence nous mettra loin du déclenchement plus ou moins aléatoire par un expérimentateur ;

— l'infrastructure routière utilisée dans cette expérimentation (petites nationales et départementales) n'est en rien comparable avec les « highways » américaines ;

— la longueur du trajet (80 km) ne peut pas donner une idée réelle de l'efficacité d'un tel système, prévu pour de longs trajets ;

— les conditions expérimentales (courte durée et surstimulation) ne permettent pas de comparer valablement les résultats d'une telle expérience avec ceux obtenus en situation de conduite monotone de longue durée.

Cependant, plusieurs faits sont à souligner :

— dans les conditions où s'est déroulée l'expérience, le bénéfice d'un guidage semble contrarié par la baisse de vigilance qui en résulte ;

— les stimulations auditives semblent avoir un effet ponctuel davantage que les stimulations visuelles (enrichissement du tracé EEG en ondes alpha) ;

— les stimulations visuelles utilisées semblent pouvoir induire un effet d'habitation dû à la répétition des signaux ;

— la nécessité pour le conducteur d'avoir à effectuer des choix aux intersections, à prendre un certain nombre de décisions et à rechercher sa route semble susciter chez le conducteur le maintien d'un niveau d'attention relativement élevé.

On ne peut donc conclure à un effet d'activation de la vigilance par le système ERGS, dans les conditions où il a été testé. Sur autoroute, où les choix sont moins nombreux, la fréquence de stimulation sera plus faible : on peut donc escompter que l'effet d'habitation sera moindre et l'effet de surprise plus important ; cependant, cette stimulation sera vraisemblablement trop peu intense pour exercer une action d'éveil réel sur le conducteur.

Dans l'optique d'une stimulation de la vigilance et sans préjuger des résultats d'éventuelles recherches ultérieures, il ne semble pas que le système ERGS soit l'instrument adapté. Il semble préférable de s'orienter vers d'autres modes de stimulation, dont l'influence serait à tester, soit une stimulation auditive (type guidage radio) interne à la voiture, soit des stimulations lumineuses intenses, et extérieures à la voiture.

II. RÉFLEXIONS SUR UN DISPOSITIF D'AIDE A LA CONDUITE APRÈS L'EXPÉRIMENTATION ERGS

L'objectif premier d'un dispositif de guidage électronique n'étant pas de stimuler la vigilance, il était intéressant de s'interroger sur le procédé du guidage lui-même. Dans ce but, on a interrogé les conducteurs soumis à l'expérience sur ce qu'ils pensaient du guidage automobile en général, et sur l'expérience qu'ils venaient de subir en particulier. Ceci a été fait aussi

bien pour les conducteurs « témoins », avec lesquels l'ERGS n'avait pas été utilisé, que pour les autres.

De l'ensemble de ces entretiens, on a retenu un certain nombre d'éléments dont l'essentiel fournira la base des réflexions qui vont suivre.

A. LE DISPOSITIF

L'aspect du dispositif a suscité chez les sujets un certain nombre de commentaires quant à la forme et à la position du cadran indicateur, et quant à la taille et à la nature des signaux eux-mêmes.

Dans l'expérience réalisée à Montlhéry sur un break ID 21 Citroën, le cadran n'avait pu être incorporé dans le tableau de bord et se trouvait à droite de celui-ci, au-dessus du rétroviseur intérieur. Or, certains sujets ont été gênés par cette position : ils l'ont trouvé souvent placé trop latéralement par rapport à l'axe du champ visuel du conducteur. En outre, il peut être masqué par la main ou le bras du conducteur lorsqu'il tourne le volant. Il semblerait donc préférable que le cadran soit incorporé au tableau de bord.

Cependant, un inconvénient d'une portée plus générale a été mentionné par un sujet : le système oblige le conducteur à porter son regard vers le cadran intérieur, alors que toute son attention est précisément requise à ce moment-là à l'extérieur, puisqu'il s'agit de franchir un carrefour. Pour remédier à cet inconvénient, il faudrait placer le cadran davantage dans l'axe du champ visuel du conducteur, et surtout augmenter le contraste signal lumineux-fond ; ce qui permettrait alors de percevoir la flèche en vision périphérique. Mais ceci risque encore d'être insuffisant, et le système le plus adéquat serait peut-être celui des « holosigns » présentés par les Américains où l'indication s'inscrirait directement sur le pare-brise de la voiture.

Les flèches lumineuses donnent lieu aussi à quelques commentaires : si leur luminosité est bonne de nuit et le contraste signal-fond excellent, celui-ci est beaucoup moins bon de jour, et le stimulus sonore d'avertissement est tout à fait nécessaire dans la plupart des cas : ce contraste est beaucoup trop faible pour qu'on puisse le saisir en vision périphérique. D'autre part, il est à noter que la petite taille des flèches (quelques centimètres) est considérée par beaucoup comme un inconvénient : en effet, particulièrement à un carrefour complexe, ce signal intérieur petit est beaucoup moins prégnant que les grandes pancartes de présignalisation, perçues un certain temps avant l'arrivée au carrefour.

Il arrive que cette petite taille, jointe au faible contraste des signaux, soit responsable de leur inefficacité : le sujet dira : « je ne l'ai pas vu », ou « je l'ai vu trop tard ».

Enfin, la flèche est un système sémantique particulier qui pose un certain nombre de problèmes d'ordre psychologique, comme on va le voir.

B. LE MODE DE GUIDAGE : LE GUIDAGE VISUEL

Le terme de guidage visuel est utilisé ici essentiellement en opposition au terme de guidage auditif, qu'il provienne d'un poste de radio ou du passager.

1. Clarté et ambiguïté du signal

Dans l'ensemble, les sujets interrogés disent préférer le système des flèches aux indications données par la personne qui les accompagne. La raison la plus généralement invoquée est celle-ci : ma femme ne sait pas lire une carte, et lorsqu'elle veut me guider, elle se trompe presque toujours...

On ne développera pas les implications psychologiques d'un tel jugement mais il reste qu'objectivement la flèche peut paraître une information plus précise que l'information verbale ; ainsi, pour indiquer un changement de direction vers la droite, on dispose de deux flèches : une flèche oblique et une flèche en angle droit.

Les sujets ont souvent souligné la clarté et la précision des informations qui leur étaient ainsi fournies. Pourtant, et souvent l'expérimentateur a pu le noter, ces indications donnaient lieu à ambiguïté.

Pour chaque conducteur, la notion d'une trajectoire idéale est liée à une certaine notion de la conduite qui elle-même dépend en partie de l'expérience du conducteur. Celui-ci anticipe « sa route » et se fait une idée de la direction qu'elle va prendre en fonction des indices qu'il relève. Il arrive que cette anticipation le mène à une erreur, dans la mesure où, malgré les efforts entrepris sur les nationales, il n'y a pas une parfaite homogénéité des sections de route.

Ce problème peut être facilement illustré par l'exemple de la flèche « tout droit ».

Cette flèche « tout droit », lorsque la route principale tourne légèrement sur la droite, et que dans l'axe précédent de la route, prend une autre petite route, laisse au sujet une part d'incertitude, qui demeure en dépit des consignes reçues, puisqu'il était notifié au sujet que ce signal signifiait pour lui qu'il devait continuer sur la route sur laquelle il se trouvait. Dans l'exemple cité, l'idée de ligne droite peut être très différente de celle de route principale.

On voit que l'interprétation de la flèche est souvent nécessaire, particulièrement lors de carrefours complexes. Les cinq flèches utilisées ici ne recouvrent pas l'ensemble des possibilités existantes sur la route et les multiplier ne serait pas une solution satisfaisante.

En ce sens, la signalisation visuelle externe, en particulier les panneaux de présignalisation d'un carrefour, présente une solution plus satisfaisante et plus adéquate, dans la mesure où elle peut retracer assez exactement la topographie du carrefour. L'ERGS est

obligé d'offrir une information simplifiée qui doit pouvoir s'adapter à tous les carrefours.

Cependant, là encore, bien que plus faiblement, joue l'interprétation par le sujet des signes qui lui sont présentés : il y a en effet un problème de compréhension des signes qui est d'une portée générale, en matière de conduite automobile, et qui est un problème central dans l'élaboration d'un guidage. Y a-t-il, chez un conducteur, adaptation des symboles subjectifs à ceux de la collectivité, et quels sont les facteurs culturels, sociaux, qui entrent en jeu dans cette adaptation ?

2. Latence des signaux

Un autre problème du guidage visuel consiste à déterminer la latence des signaux : à quel moment le signal doit-il être donné au conducteur pour qu'il puisse être en mesure d'effectuer les manœuvres utiles au moment nécessaire ?

Ce problème a suscité des études dans le domaine de la signalisation routière, et on sait que la présignalisation d'un carrefour se situe à 150 m de ce carrefour. C'est le délai qui a été choisi arbitrairement pour délivrer le signal ERGS. Cependant, il faut remarquer que, dans les deux cas, le problème est bien différent : en effet, dans le premier cas, il s'agit d'un panneau fixe, permanent, que le conducteur perçoit bien avant d'arriver à son niveau ; il le voit de plus ou moins loin selon son degré d'acuité visuelle. Au contraire, avec l'ERGS, le signal n'apparaît que 150 m avant le carrefour, le délai en est donc réduit. On a estimé en effet que, dans le cas de l'ERGS, le sujet n'avait aucun choix directionnel à faire puisque son trajet est prédéterminé. Il a seulement un ordre à exécuter quelle que puisse être l'ambiguïté de cet ordre comme il a déjà été souligné. Le délai supplémentaire qui existe en conduite normale peut donc être considéré comme le temps nécessaire à la prise de décision quant à la direction à prendre.

Mais, là encore, le problème n'est pas simple, et la détermination du temps de latence n'est pas évidente, d'autant plus qu'interviennent des facteurs de perturbation : le carrefour peut être masqué par un camion, un virage, etc. D'autre part, il faut tenir compte du temps de réaction moyen d'un conducteur, et de la variabilité de ce critère.

3. Rapidité de perception des signaux

Plusieurs sujets ont noté qu'un intérêt du système était de donner l'information sous sa forme la plus simple, donc la plus rapidement compréhensible.

En effet, on peut penser que, dans le cas d'un signe aussi simple, « l'intégration » cérébrale est plus rapide, que dans le cas où il faut passer par le détour du langage.

D'autre part, la flèche est un signe au premier degré, le mot est un signe au second degré : il est déjà symbole.

La perception visuelle de la flèche aurait donc l'avantage de la rapidité sur la prise d'informations par voie auditive.

Cependant, un sujet a émis l'idée selon laquelle, si le guidage visuel était le meilleur pour un conducteur dont la vitesse serait de 100 à 120 km/h, pour des vitesses supérieures le guidage verbal serait préférable. Ce sujet n'a pu expliquer très bien la raison de la différence qu'il introduisait mais l'idée reste pourtant intéressante : en effet, à grande vitesse, la fréquence des prises d'informations nécessaires à l'extérieur du véhicule est telle que le conducteur ne peut « s'offrir le luxe » de quitter du regard le champ extérieur, et une signalisation interne est alors inadaptée.

C'est d'ailleurs là un problème important dans le choix du guidage : la vitesse est un élément essentiel qui détermine l'ensemble du comportement visuel du conducteur, et par conséquent le mode de guidage adopté.

Il met en question le principe même du guidage : un conducteur rapide et expérimenté a-t-il besoin d'un guidage, et ne doit-il pas être en mesure d'élaborer lui-même son trajet ?

C. LE PRINCIPE MEME DU GUIDAGE

La plupart du temps, les sujets interrogés qui avaient été soumis au guidage estimaient qu'il s'agissait d'un « gadget » mais qu'ils aimaient bien, lorsqu'ils avaient un parcours à faire, le repérer eux-mêmes sur la carte, et élaborer le trajet. Chez ceux qui n'avaient pas subi de guidage, les opinions étaient peu différentes : bien sûr, il serait agréable parfois de se laisser guider par un dispositif quelconque, mais on préfère généralement s'en remettre à soi-même.

1. Guidage et apprentissage du trajet

Dans quelques cas, on a demandé à des sujets qui avaient été guidés par l'ERGS de retracer leur parcours sur une carte, à la fin de l'expérience. Une partie plus ou moins importante du parcours était retrouvée, en général grâce à quelques noms de localités qui avaient été mémorisés. Mais il n'existait pas chez ces sujets, et pour cause, de « fil directeur » du parcours. En effet, ils avaient simplement suivi divers ordres successifs, sans avoir une idée préalable du trajet qu'ils avaient à accomplir.

Ceci semble important, car il ne semble pas que le guidage soit compatible avec la notion d'apprentissage d'un trajet routier. L'effacement quasi immédiat des signaux après le franchissement de l'intersection

et l'absence d'une idée préalable du parcours s'opposent à une mémorisation à long terme. En conséquence, il n'y a pas de constitution possible d'un schéma qui permettrait au conducteur de dépasser le niveau immédiat de la direction à prendre et de « voir » globalement l'organisation de son trajet.

2. Guidage et composante personnelle

Dans la mise au point du trajet expérimental, on s'est heurté souvent au problème de la pertinence des signaux : doit-on ou non donner un signal à cet endroit, est-il indispensable ou au contraire superflu ?

Il semble que la réponse à de telles questions dépende de facteurs personnels propres à chaque conducteur.

En effet, le guidage est à la fois sécurisation et source d'anxiété. Certains des sujets ont souligné l'impression de détente et de facilité qu'ils avaient eu en effectuant le trajet guidé. Ils éprouvent même un sentiment d'hypersécurisation renforcé par chaque nouvelle indication reçue, ce sentiment pouvant être — on l'a vu dans la partie psychophysiologique — responsable d'une chute d'attention, peut-être même du niveau de vigilance global. A l'inverse, et ce cas est sans doute moins fréquent, chez des sujets à tendance anxieuse, le système sera générateur d'une inquiétude permanente (il y a une route à droite, vais-je recevoir un signal ; ce camion me masque la route, ne cache-t-il pas aussi une intersection pour laquelle je ne recevrai un signal qu'au dernier moment, etc.).

Il va sans dire que, dans ce cas-là, le problème de la latence des signaux prend une importance plus grande encore.

C'est également chez des sujets de ce type qu'on rencontrera la plus grande ambivalence devant la signification des signaux, chez eux aussi apparaîtra le besoin du plus grand nombre de signaux possible. Ceux qui paraîtront tout à fait superflus à un conducteur de la première catégorie seront indispensables à ceux de la seconde.

3. Guidage et responsabilité du conducteur

La majorité des sujets testés estimaient préférable de « faire son trajet », de le préparer sur une carte, de choisir les routes à emprunter, en bref d'établir son itinéraire. Ceci semble représentatif de l'idée que le conducteur se fait de son rôle.

Pour beaucoup, le but à atteindre avec un véhicule est donc inséparable de la conduite elle-même, moyen d'y parvenir et la responsabilité de l'itinéraire incombe au conducteur, au même titre que la tâche de conduite. Elle fait même partie de la tâche de conduite.

CONCLUSION

L'étude réalisée sur un aspect très particulier du guidage électronique expérimental ne permet pas de conclure à son efficacité en tant que système de stimulation de la vigilance.

Cependant, il garde son intérêt en tant que système de guidage et, s'il ne paraît pas assez bien adapté à l'infrastructure routière française, des applications intéressantes pourraient être envisagées dans un contexte urbain : c'est en effet une amélioration possible des encombrements urbains, ainsi qu'une facilitation de la tâche des professionnels de la circulation en ville, tels que chauffeurs de taxis, livreurs, etc.

C'est une solution qui paraît intéressante quoique d'une mise en place très onéreuse.

D'autre part, les réflexions suggérées par cette étude conduisent à mettre en question la notion d'aide à la conduite : les dispositifs mis au point par les techni-

ciens pour faciliter la tâche du conducteur sont-ils réellement des « aides à la conduite » au sens du psychologue ? Multiplier les « gadgets » ne risque-t-il pas de mener en fait à une surcharge mentale du conducteur. Quel est le type d'information pertinent dans la tâche de conduite ? Sous quelle forme l'information doit-elle être présentée afin d'atteindre son but d'une part, de ne pas masquer l'information extérieure, d'autre part.

Entre le véhicule « personnalisé » du coureur automobile, qui prend soin de tous les organes de sa voiture, et la voiture automatisée, « sur rails », et entièrement guidée électroniquement, y a-t-il un juste milieu ? Les aides à la conduite doivent-elles aller jusqu'à se substituer au conducteur ou doivent-elles être un instrument dont le conducteur apprendra à se servir au mieux ?

C'est à ce type de questions que devrait pouvoir répondre une étude en profondeur des facteurs humains dans le problème des aides à la conduite.

BIBLIOGRAPHIE

- ◆ **EBERHARD J.W. et Coll. (1969)**
Driver information requirements display concepts and acceptance factors for an electronic route guidance systems
U.S. Depart of commerce, Serendipity Inc.
- ◆ **KALSBECK J.W.H., SYDES P.N. (1967)**
Objective measurement of mental load
Acta Psychol. 27, 253-261
- ◆ **LECRET F., POTTIER M. (1971)**
La vigilance, facteur de sécurité dans la conduite automobile
Travail humain, 34, 1, 51-68
- ◆ **PIN M.C., TEISSIER G., POTTIER M. (1966)**
Modifications du niveau d'activation au cours de la conduite automobile.
Comm. 3^e Congrès S.E.L.F., Marseille
- ◆ **PROVAZNIK K., LILLE F., POTTIER M., MARC M.E. (1969)**
Modifications de l'activité électrique corticale chez l'homme au cours de tâches psychosensorielles.
J. Physiol., 61, supp. 2, 379.
- ◆ **STEPHENS B.W., ROSEN D.A., MAMMANO F.J., GIBBS W.L. (1969)**
Third Generation Destination Signing: an Electronic Route Guidance System.
Highway Research Record n° 265.