

**Proposition de communication pour les  
2e Rencontres Francophones Transport Mobilité (RFTM)  
Montréal, 11-13 juin 2019**

**Titre :**

Effet du temps, de l'alcool et de l'expérience sur le comportement de conduite, l'éveil physiologique et la vigilance auto-rapportée.

**Auteur(s) :**

Catherine Berthelon, Directrice de Recherche, IFSTTAR, TS2, LMA, F-13300 Salon de Provence, France, E-Mail: catherine.berthelon@ifsttar.fr

Edith Galy, Professeure d'Université, LAPCOS, Université Côte d'Azur, Nice, France, E-mail: edith.galy@unice.fr

**Mots-clés :**

Alcool, éveil, vigilance, expérience de conduite

**Résumé :**

Introduction

La durée de conduite en environnement monotone est connue pour produire une baisse du niveau d'éveil physiologique (Campagne, Pebayle, & Muzet, 2004). Dans cette étude, nous définissons l'éveil physiologique, évalué grâce à des enregistrements électro-encéphalographiques, comme le processus S du modèle d'Achermann (2004) repris de Borbély (1982). Ce modèle explique les variations de vigilance au cours de la journée et le cycle veille/sommeil par la co-existence de deux processus S (homéostatique) et C (circadien). Le processus S peut être assimilé à un réservoir qui se remplit pendant le sommeil (Borbély, 1982 ; Daan, Beersma, & Borbély, 1984) et qui se décharge de manière exponentielle pendant la période de veille. L'endormissement, et avant cela la somnolence, se produirait quand les réserves contenues dans ce réservoir atteignent un niveau minimal (Daan, Beersma, & Borbély, 1984). La vitesse de décharge du réservoir dépendrait des activités effectuées durant la période de veille qui peuvent être plus ou moins coûteuses (Andorre, Quéinnec, & Condorcet, 1998). Ainsi, la conduite en environnement monotone demandant une attention soutenue importante est une activité coûteuse favorisant la diminution de l'éveil physiologique. Il en est de même de l'ingestion d'alcool, notamment lors de la phase descendante de l'imprégnation alcoolique (élimination) suivant la consommation (O'Boyle, Van, & Hume, 1995). Enfin, le manque d'expérience, lié à un niveau d'habileté limité, entraîne également une baisse du niveau d'éveil. En effet, l'activité de conduite est alors plus coûteuse pour le conducteur débutant qui doit fournir un effort supplémentaire pour arriver à des performances identiques à celles d'un conducteur plus expérimenté (Damm, Nachtergaële, Meskali, & Berthelon, 2011). La baisse du niveau d'éveil serait la conséquence de cet effort supplémentaire amenuisant les réserves prématurément. L'ensemble de ses facteurs (temps de conduite, alcool et expérience de conduite) est ainsi susceptible de provoquer un comportement de conduite dégradé et/ou inadapté dû à un niveau d'éveil physiologique trop faible.

L'objet de ce travail est d'une part de mettre en évidence les effets cumulés des différents facteurs d'accident que sont la durée de conduite, l'alcool et l'expérience de conduite sur le

niveau d'éveil, d'autre part d'évaluer quels sont les paramètres de conduite qui en sont affectés, enfin d'évaluer les liens entre ces facteurs, la vigilance auto-rapportée et l'éveil physiologique.

### Protocole

Quinze jeunes conducteurs novices (Nov: 18 ans, moins de 2 mois d'obtention du permis) et 15 jeunes conducteurs plus expérimentés (Exp: 21 ans, 3 ans de permis) ont participé à 3 sessions de conduite simulée dans lesquels le taux d'alcool était manipulé dans un ordre contrebalancé (BAC 0.0, 0.2 and 0.5 g/l). Les sessions de conduite se déroulaient entre 13h45 et 15h45, ½ heure environ après la prise de boisson. Les participants devaient circuler sur un circuit monotone pendant 45 mn en conservant une trajectoire stable et une vitesse constante (110 km/h). Après la conduite, ils remplissaient le questionnaire de Thayer. Leur niveau d'éveil était enregistré par électroencéphalogramme (EEG) pendant la conduite.

Les variables analysées étaient le niveau d'éveil<sup>1</sup>, la vigilance auto-rapportée (Thayer) et les variables de conduite (vitesse, écart-type de la vitesse : SDvit, écart-type de la position latérale sur la chaussée : SDLP). Des modèles linéaires généralisés (GLM<sup>2</sup>) ont été appliqués sur ces données. Dans le cas de relations significatives ( $p < .05$ ), les analyses GLM étaient complétées par des tests de corrélation pour les variables continues ou des tests de comparaisons de moyenne pour les variables discrètes.

L'étude a été approuvée par le comité d'éthique local français et par l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé.

### Résultats

#### *Eveil physiologique*

Les analyses statistiques effectuées sur le niveau d'éveil physiologique révèlent un effet significatif du temps de conduite (diminution significative après 25 mn de conduite ( $\chi^2(7) = 16,02$ ,  $p < .025$ )) et du taux d'alcool (plus faible avec BAC 0.5 g/l comparativement à BAC 0.0 et 0.2 g/l ( $\chi^2(2) = 13.48$ ,  $p < .001$ )).

#### *Vigilance auto-rapportée*

Concernant le niveau de vigilance auto-reportée, les analyses montrent un effet significatif de l'interaction entre le taux d'alcool et l'éveil physiologique (à BAC 0.5 g/l, la vigilance auto-reportée est plus élevée lorsque l'éveil diminue ( $\chi^2(2) = 13.021$ ,  $p < .001$ )), de l'interaction entre l'expérience de conduite et l'éveil physiologique (les expérimentés s'estiment vigilants alors que leur niveau d'éveil diminue alors que les novices s'estiment plus vigilants lorsque leur niveau d'éveil augmente ( $\chi^2(1) = 25.792$ ,  $p < .001$ )) et d'une double interaction entre l'expérience de conduite, le taux d'alcool et l'éveil physiologique (les novices estiment leur niveau de vigilance de plus en plus faible alors que leur niveau d'éveil diminue et que le niveau de BAC augmente ( $\chi^2(2) = 19.432$ ,  $p < .001$ )).

#### *Indicateurs comportementaux de conduite*

Les analyses conduites sur les SDLP révèlent un effet significatif de l'éveil physiologique (augmentation lorsque l'éveil diminue ( $\chi^2(1) = 15.463$ ,  $p < .001$ )), de l'interaction entre le taux d'alcool et l'éveil (augmentation des SDLP lors de baisse du niveau d'éveil plus importante à BAC 0.5 g/l ( $\chi^2(2) = 12.615$ ,  $p < .002$ )) et de l'interaction entre l'expérience

---

<sup>1</sup> L'éveil était calculé par le rapport des bandes [(alpha + theta) / beta] de l'EEG. Plus la valeur obtenue par ce rapport est basse et plus le niveau d'éveil est élevé.

<sup>2</sup> Les modèles linéaires généralisés permettent d'étudier le lien entre une variable dépendante et un ensemble de variables explicatives qui peuvent être catégorielles et continues. L'indicateur associé à chaque variable explicative permettant de terminer le poids de cette variable dans le modèle explicatif est le Khi deux de Wald.

de conduite et l'éveil (augmentation des SDLP lors de baisse du niveau d'éveil plus importante chez les expérimentés que chez les novices ( $\chi^2(1) = 12.525$ ,  $p < .001$ )).

De même, concernant les *déviations standards de la vitesse (SDvit)*, il existe un effet significatif de l'éveil (augmentation lorsque l'éveil diminue ( $\chi^2(1) = 6.961$ ,  $p < .008$ )) et de l'interaction entre le taux d'alcool et l'éveil (à BAC 0.5 g/l SDvit augmentent plus qu'avec les autres BAC lorsque le niveau d'éveil diminue ( $\chi^2(2) = 11.908$ ,  $p < .003$ )).

Pour finir, les analyses effectuées sur la *vitesse* montrent un effet significatif de l'interaction entre le temps et l'éveil ( $\chi^2(7) = 16.54$ ,  $p < .02$ ), augmentation de la vitesse après 40 minutes de conduite alors que l'éveil est au plus bas) et l'interaction entre le taux d'alcool et l'éveil ( $\chi^2(2) = 12.219$ ,  $p < .002$ ), à BAC 0.5 g/l, la vitesse augmente alors que l'éveil diminue, à BAC 0.2 g/l, la vitesse est plus élevée lorsque le niveau d'éveil augmente, et à BAC 0.0 g/l il n'existe pas de relation entre l'éveil et la vitesse).

### Discussion et conclusion

De manière générale, l'éveil diminue pour tous les conducteurs, quels que soient le taux d'alcool et l'expérience de conduite, après 25 mn de conduite et cette baisse est associée à une augmentation de vitesse et une diminution du contrôle longitudinal (SDvit) et transversal (SDLP) du véhicule pendant les dernières minutes du parcours. Cependant, ces résultats sont modérés par le taux d'alcool des conducteurs. Ainsi, conformément à nos prévisions, les SDLP et SDvit augmentent bien plus avec le taux d'alcool le plus élevé (BAC 0.5 g/l) qu'avec les deux autres taux (BAC 0.2 et 0.00 g/l) alors que les participants s'estiment pourtant plus vigilants. Pour la vitesse, avec le niveau d'alcool le plus élevé (BAC 0.5 g/l), une diminution de l'éveil physiologique est effectivement associée à une augmentation. A cette dose, l'alcool a, ainsi, un effet désinhibiteur (Hendler, Ramchandani, Gilman, & Hommer, 2011) qui, lors de la conduite d'un véhicule, se manifeste entre autre par une augmentation de la vitesse, augmentation dont les travaux épidémiologiques nous indiquent qu'elle augmente le risque d'accident et sa gravité (Morland et al., 2011). Au contraire, avec le taux d'alcool intermédiaire (BAC 0.2 g/l), les conducteurs augmentent leur vitesse que lorsque le niveau d'éveil est élevé, rendant compte de l'absence de l'effet désinhibiteur de l'alcool à ce taux.

D'autre part, ce sont les conducteurs expérimentés pour lesquels le lien entre baisse du niveau d'éveil et dégradation du contrôle transversal est le plus fort et qui s'estiment être les plus vigilants alors que leur niveau d'éveil diminue. Ceci est notable avec 0.5 g/l. Les novices, quant à eux, paraissent avoir une estimation plus exacte de leur niveau d'éveil quelles que soient les analyses effectuées.

Il apparaît donc que dès 0.5 g/l, l'alcool provoque des effets négatifs sur l'état physiologique et sur le comportement du conducteur, effet notable pour les conducteurs expérimentés. Notons que 0.5 g/l correspond au niveau toléré par la réglementation française pour les conducteurs ayant plus de 3 ans de permis de conduire comme dans notre échantillon de jeunes conducteurs expérimentés. Nos résultats vont ainsi dans le sens d'une réduction du taux d'alcool toléré lors de la conduite d'un véhicule.

### Références :

- Achermann, P. (2004). The two-process model of sleep regulation revisited. *Aviation Space, and Environmental Medicine*, 75(3), 37-43.
- Borbély, A. (1982). Sleep regulation : circadian rhythm and homeostasis. In D. Ganten & D. Pfaff (Eds.), *Sleep. Clinical and experimental aspects* (pp. 83-104). Berlin : Springer verlag.
- Campagne, A., Pebayle, T., & Muzet, A. (2004). Coorelation between driving errors and vigilance level : influence of driver's age. *Physiology and Behavior*, 80(4), 515-524.

- Daan, S., Beersman, D.G.M, & Borbély, A. (1984). Timing of human sleep : recovery process gated by a circadian pacemaker. *American Journal of Physiology*, 246, 161-178.
- Damm, L., Nachtergaële, C., Meskali, M., & Berthelon, C. (2011). The evaluation of traditional and early driving with simulated accident scenarios. *Human Factors*, 53(4), 323-337.
- Hendler, R. A., Ramchandani, V. A., Gilman, J., & Hommer, D. W. (2011). Stimulant and sedative effects of alcohol. In *Behavioral neurobiology of alcohol addiction* (pp. 489-509). Springer : Berlin Heidelberg.
- Morland, J., Steentoft, A., Wiese Simonsen, K., Ojanpera, I., Vuori, E., Magnusdottir, K., Kristinsson, J., Ceder, G., Kronstrand, R., & Christophersen, A. (2011). Drugs related to motor vehicle crashes in northern European countries: A study of fatally injured drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 43, 1920-1926.
- O'Boyle, D.J., Van, F., & Hume, K.I. (1995). Effects of alcohol, at two times of day, of EEG-derived indices of physiological arousal. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 95, 97-107.