



**PIERRE PHILIP**

*LOT 5a*

*Décision d'aide N°03K214*

**Mise au point de contre-mesures à la fatigue  
et à la somnolence au volant**

*Responsable scientifique:*

*Pierre PHILIP*

*Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux*

*12 rue Dubernat*

*33404 Talence Cedex*



## TABLE DES MATIERES

<b>ETAT DE L'ART:</b> .....	<b>5</b>
1. INTRODUCTION :.....	5
2. SOMNOLENCE EXCESSIVE, PRIVATION DE SOMMEIL ET ACCIDENTS : .....	6
3. OBJECTIFS : .....	8
<b>MATERIEL ET METHODE :</b> .....	<b>9</b>
1. POPULATION : .....	9
2. PROTOCOLE :.....	10
2.1. <i>Modalité d'expérimentation</i> :.....	10
2.2. <i>Expérimentation sur le réseau autoroutier</i> : .....	11
2.3. <i>Analyses statistiques</i> .....	12
3. RESULTATS ESCOMPTEES : .....	12
<b>RESULTATS :</b> .....	<b>13</b>
1. CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION : .....	13
1.1. <i>Sujets entre 20 et 25 ans</i> : .....	13
1.2. <i>Sujets entre 40 et 50 ans</i> : .....	13
2. COMPARAISON DES SUJETS JEUNES ET AGES EN CONDITION CONTROLE .....	13
3. COMPARAISON DES SUJETS JEUNES ET AGES A MINUIT (AVANT LA CONDUITE) EN FONCTION DES CONDITIONS .....	14
4. EFFET DU CAFE, DE LA SIESTE ET DU PLACEBO : COMPARAISON AVANT ET APRES LA CONDUITE .....	14
<b>CONCLUSIONS</b> .....	<b>20</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>22</b>
<b>ANNEXE</b> .....	<b>23</b>



## ETAT DE L'ART:

### 1. INTRODUCTION :

La santé publique a pour objectif d'évaluer et de promouvoir des actions visant à réduire la morbidité et la mortalité à l'échelon des populations. Hormis les fléaux infectieux et les pathologies cardio-vasculaires ou cancéreuses, les modifications des comportements portent une lourde responsabilité dans l'état de santé des populations.

L'accidentologie routière représentait en 2002 la 9ème cause de mortalité dans le monde, en 2020 elle est pressentie comme la troisième cause de décès derrière les maladies coronariennes et les troubles de l'humeur. Cette augmentation très sévère s'explique par le développement des transports des Pays en Développement mais aussi par une augmentation du trafic au niveau des pays développés comme les états de l'Union Européenne.

Consciente de ce problème de Santé Publique, la Commission Européenne s'est fixé comme objectif de réduire de moitié le nombre de morts dans l'Union d'ici à 2010. Cette économie de 20000 vies par an ne sera possible que grâce à une coopération massive de tous les acteurs de la sécurité routière. A ce titre les scientifiques et le corps médical peuvent jouer un rôle prépondérant en améliorant la compréhension des causes des accidents et en évaluant l'aptitude des malades à pratiquer la conduite automobile sans danger.

Depuis le 7 mai 1997, un décret énonce la liste des maladies contre-indiquant la conduite automobile ; les troubles du sommeil par le biais de la somnolence font partie de cette liste. Cet état de fait repose sur des données épidémiologiques, expérimentales et thérapeutiques qui ont permis de mieux comprendre les facteurs de risque associés à la somnolence excessive.

Trois éléments majeurs expliquent les accidents liés à la somnolence au volant, à savoir, la privation de sommeil, les maladies produisant une somnolence diurne excessive et les médicaments agissant sur le système nerveux central.

L'identification de ces facteurs chez les patients et une éventuelle intervention thérapeutique peuvent agir directement sur le risque routier.

Nous verrons à travers les données scientifiques les domaines dans lesquels des actions concrètes peuvent être menées.

## **2. SOMNOLENCE EXCESSIVE, PRIVATION DE SOMMEIL ET ACCIDENTS :**

La somnolence diurne excessive affecte 5 à 15% de la population générale [1, 2]. Elle entraîne des troubles cognitifs majeurs comme un ralentissement du temps de réaction, une modification du champ visuel ou des troubles du jugement.

La part de handicap causée par la somnolence est difficile à évaluer, néanmoins les accidents de la circulation constituent un assez bon reflet de l'impact social de cette symptomatologie.

En Angleterre, Horne et col [3] ont réalisé une étude sur les accidents liés aux endormissements. Ces derniers représentent 16% des accidents sur route nationale et 20% des accidents sur autoroute. Ils surviennent la nuit (2-3 heures du matin, 6-7 heures), mais également en fin de journée (16-17 heures). Les sujets jeunes sont particulièrement touchés.

Connor et col [4] ont publié en 2002 une étude sur les causes des accidents liés à la somnolence chez les conducteurs automobiles. En interrogeant par téléphone les sujets grâce à une échelle validée de somnolence subjective (l'échelle de Stanford), les auteurs ont retrouvé que lorsque les sujets se plaignaient d'une somnolence élevée (4 sur une échelle de 0 à 7), le risque d'avoir un accident de la circulation par rapport à un sujet non somnolent était de 8.2. Le fait d'avoir dormi moins de 5 heures dans les 24 heures précédent l'accident, comparé au fait d'avoir dormi plus de 5 heures multipliait par 2.7 le risque d'avoir un accident de la circulation. Enfin, le fait de conduire entre 2 heures et 5 heures du matin, comparé aux autres périodes de la journée entraînait un risque multiplié par 5.6. La somnolence chronique subjective, mesurée par l'échelle d'Epworth, n'avait par contre aucun rapport avec la survenue de l'accident.

Les trois éléments de risque sus-cités (somnolence lors de la conduite, privation de sommeil, conduite nocturne), s'ils étaient évités, auraient comme conséquence de réduire de 19% le pourcentage des accidents sur la population étudiée.

En France, nous avons montré que sur près de 70000 accidents véhicules seuls [5], la fatigue représentait 10% des causes d'accidents. Les accidents en relation avec la fatigue multipliaient par 1.6 le risque d'avoir un mort dans la collision. Les accidents en relation avec la fatigue et l'alcool associés multipliaient par 8 le risque d'avoir un mort dans la collision.

Notre équipe a également effectué des enquêtes sur les conducteurs automobiles empruntant le réseau autoroutier. Elles ont permis d'accroître de façon importante la compréhension des mécanismes de survenue de la somnolence au volant. Nos publications ont en effet montré que les conducteurs automobiles avaient tendance à se mettre en privation de sommeil avant d'effectuer des trajets automobiles [6-8].

Les raisons de cette privation de sommeil sont diverses, mais au premier rang on peut citer la durée de conduite. Une étude réalisée par notre unité de recherche sur plus de 2000 conducteurs a clairement montré que la restriction de sommeil dans les 24 heures précédent l'interview était en relation directe avec la durée de conduite [7]. Cette relation était d'autant plus forte que les sujets étaient jeunes, ce qui corrobore les données

d'accidentologie qui retrouvent cette classe d'âge parmi les premières victimes d'accidents de la circulation. On peut également ajouter à cette vulnérabilité accrue à la privation de sommeil des jeunes sujets, le fait que la majorité des accidents liés à la somnolence les impliquant ont lieu en période nocturne. Ceci s'explique aisément par des activités ludiques.

Un autre élément explicatif de la réduction de temps de sommeil était le fait de travailler le jour de l'interview. Ce lien entre travail et privation de sommeil se retrouve également chez les conducteurs professionnels comme le montre les résultats d'une enquête européenne [9]. Si durant la semaine les chauffeurs routiers respectent une hygiène de sommeil somme toute correcte avec des couchers et leviers précoce, durant le week-end, les conducteurs décalent leurs horaires de coucher et de lever. Le jour de la reprise d'activité, on note une claire avance de phase avec une restriction substantielle du temps de sommeil. Ces éléments prouvent à quel point l'hygiène de sommeil est peu répandue dans les milieux professionnels. Le travail pédagogique qu'il nous reste à accomplir dans ce domaine est très important.

D'autre part, en s'inspirant des protocoles pharmaceutiques réalisés en conduite réelle, nous avons validé l'impact de la privation de sommeil sur la conduite automobile. Nous avons montré que des conducteurs non privés de sommeil peuvent conduire 1000 km sur autoroute avec 4 courtes pauses sans présenter de déviations latérales alors que lorsque les mêmes sujets sont en restriction de sommeil on note une augmentation importante des déviations latérales.

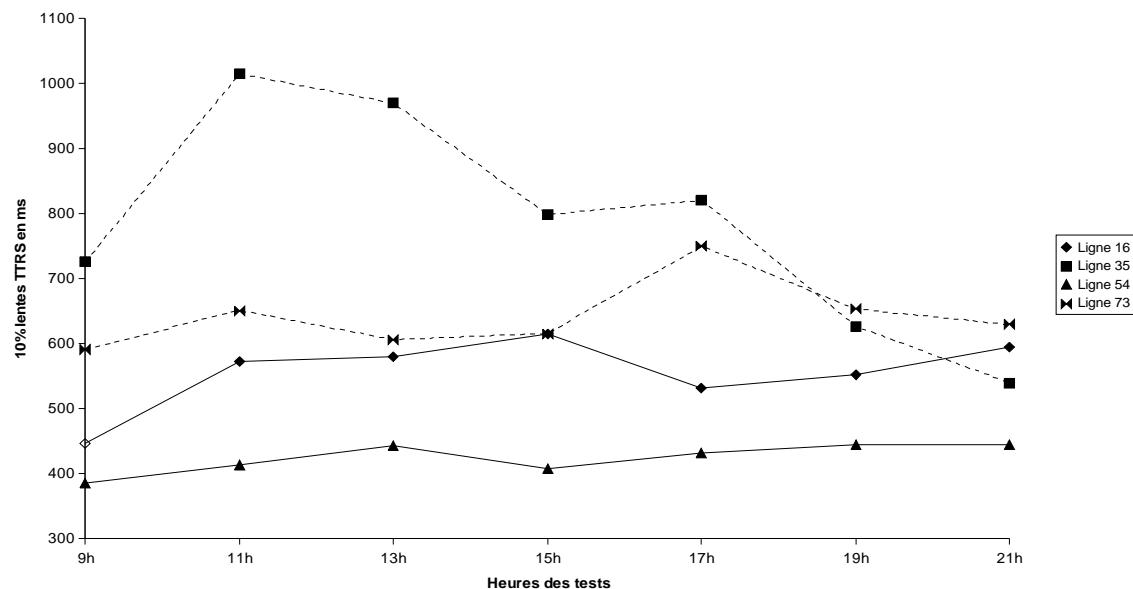
Cette étude démontre l'impact de la somnolence sur le franchissement des lignes latérales (marquage au sol) sur autoroute. Ces franchissements de ligne, retrouvés également chez les conducteurs alcoolisés, ont été rapportés à des données épidémiologiques et nous permettent de construire un modèle prédictif d'accidentologie à partir d'expériences de conduite réelle.

Si la privation de sommeil est clairement associée à un risque majeur de survenue d'accident, il existe également des périodes **nocturnes** où la vigilance s'abaisse pour des raisons chronobiologiques et où l'on constate un pic accru d'accidents.

**Comme nous l'avons vu les sujets jeunes sont exposés aux accidents nocturnes liés à la somnolence (due à une privation de sommeil). Il est donc souhaitable et nécessaire de tester l'effet de contre-mesures à la somnolence (sieste, caféine,...) chez les sujets jeunes en conduite nocturne.**

Des études réalisées sur simulateur ont démontré l'efficacité du café et de la sieste dans l'amélioration des performances de conduite. Néanmoins, ces études ont été effectuées la journée, après une privation modérée de sommeil (5 heures versus 8 heures de sommeil) et il est démontré que les mesures sur simulateur amplifient la dégradation des performances et ne correspondent donc pas à la réalité du terrain.

Nous avons par exemple comparé les performances à un test de temps de réaction simple lors de conduite sur simulateur et lors de conduite réelle chez 12 conducteurs et on constate une modification significative des performances entre les 2 conditions.



**Figure 1 : Effet de la condition (condition réelle versus simulateur) sur le test de temps de réaction simple (TTRS)**

Lors de la conduite sur simulateur, il existe une fatigabilité accrue par rapport à la conduite réelle. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que lors de la conduite sur simulateur les sujets sont moins exposés à la lumière. On sait en effet que la lumière améliore le niveau subjectif et objectif de vigilance et peut donc contribuer à une amélioration des performances.

D'autre part, l'activité physique dans un véhicule est supérieure à celle d'une majorité de simulateurs qui ne mobilisent pas le corps des conducteurs. Comme pour la lumière, l'activité physique influe également sur le niveau de vigilance.

Cette immobilité peut donc expliquer que le plus bas niveau de performances soit observé en simulateur « statique » plutôt qu'en conduite réelle.

**Il paraît donc justifié de réaliser une étude en situation réelle pour évaluer l'impact des siestes et de la caféine dans l'amélioration des performances de conduite nocturne.**

### 3. OBJECTIFS :

- Objectif principal :

Mesurer l'effet de la prise de caféine ou d'une sieste sur l'aptitude à la conduite réelle de sujets sains en conduite nocturne (17 heures de veille).

- Objectifs secondaires :

Comparer la sensibilité des sujets jeunes (20-25 ans) et des sujets adultes (40-50 ans) à la prise de caféine ou de sommeil pour lutter contre la somnolence au volant.

Mesurer la latence d'endormissement des sujets après l'épisode de conduite en fonction de la prise de caféine ou de sommeil (sieste).

## MATERIEL ET METHODE :

Il s'agit d'une étude sans bénéfice individuel direct.

C'est une étude comparant l'aptitude à la conduite de nuit et sur autoroute en condition réelle de trafic chez des sujets sains dans 4 conditions différentes distribuées de façon randomisée en carré latin :

- 1 épisode de conduite de jour de 18H à 19H30 en condition reposé,
- 1 épisode de conduite de nuit de 2H à 3H30 en ayant pris 150mg de caféine dans un café 30 min avant l'épisode de conduite,
- 1 épisode de conduite de nuit de 2H à 3H30 en ayant pris un placebo à la place de la caféine 30 min avant l'épisode de conduite,
- 1 épisode de conduite de nuit de 2H à 3H30 en ayant effectué 30 min de sieste 30 min avant l'épisode de conduite.

23h00	7h00		18h00	19h30
Sommeil				Conduite sur autoroute

23h00	7h00	1h00	1h30	2h00	3h30
Sommeil			Prise de 150mg de caféine		Conduite sur autoroute
Sommeil			Prise de Placebo		Conduite sur autoroute
Sommeil		Sieste			Conduite sur autoroute

Période d'éveil

Période de sommeil

### 1. POPULATION :

Les volontaires sains seront recrutés dans une population de jeunes conducteurs (20-25 ans) ou de conducteurs plus expérimentés (40-50 ans), vierges de troubles du sommeil, ayant leur permis de conduire depuis au moins 2 ans et parcourant entre 10000 et 20000 km/an.

Après avoir vérifié au moyen d'un questionnaire, d'un actimètre et d'un entretien clinique avec un médecin spécialisé l'absence de troubles du sommeil chez les sujets, nous effectuerons une série de mesures sur une période de 3 nuits et une journée non consécutives.

Les sujets recevront une indemnisation de 200 € à la fin de l'essai.

▪ Critères de sélection des sujets sains :

○ Critères d'inclusion des volontaires sains :

- Volontaires sains, de sexe masculin, âgés de 20 à 50 ans,
- Ayant donné par écrit leur consentement éclairé pour participer à l'étude,
- Ne présentant aucun antécédent médical et pathologie évolutive,
- Ne prenant aucun traitement interférant avec le sommeil, la vigilance et le système circadien, ayant une typologie intermédiaire au questionnaire de Horne et Ostberg,
- Ayant leur permis de conduire depuis au moins 2 ans, conduisant entre 10 000 et 20 000 km/an,
- Ayant des horaires de vie réguliers 3 jours avant de rentrer dans l'étude,
- Inscrit à la sécurité sociale et sur le registre des volontaires sains.

○ Critères d'exclusion des volontaires sains :

- Travailleur de nuit,
- Toutes affections neurologiques évolutives (tumeur cérébrale, épilepsie, migraine, accident vasculaire cérébral, sclérose, myoclonie, chorée, neuropathie, dystrophies musculaires, dystrophie myotonique...),
- Toutes affections psychiatriques évolutives (psychose, trouble de l'humeur ou anxiété...),
- Tous les troubles du sommeil (mouvements périodiques des membres, apnées du sommeil, retard de phase, avance de phase...),
- Pathologies cardiovasculaires (hypertension artérielle, insuffisance cardiaque, maladie coronarienne, troubles vasculaires...),
- Pathologies pulmonaires (asthme, BPCO, BPR ...),
- Troubles rénaux (insuffisance rénale, néphrolithiasis ...),
- Pathologies endocrinianes (dysthyroidie, diabète),
- Toxicomanie, dépendance à l'alcool pendant les 6 derniers mois.

## **2. PROTOCOLE :**

### **2.1. Modalité d'expérimentation :**

**L'écart type de la position moyenne du véhicule sur la route constitue le paramètre principal d'évaluation** pour les 2 catégories de sujets inclus dans l'étude, de même que le nombre de franchissements de lignes latérales.

L'expérience se composera de 4 périodes d'évaluation de la conduite qui s'effectueront sur le réseau autoroutier des Autoroutes du Sud de la France sur un trajet en boucle reliant le péage de Saint-Selve à Agen (180 km aller-retour).

Les volontaires conduiront un véhicule du CHU équipé d'une caméra. Celle-ci filmera en permanence la route. Le film ainsi obtenu sera analysé pour déterminer le nombre de franchissements de lignes latérales.

Les déviations en relation avec des dépassements seront identifiées visuellement et extraites de l'analyse. Les expérimentateurs s'assureront d'avoir une météo et trafic comparables (monitorisé par les ASF) afin que les facteurs extérieurs modifient le moins possible les conditions de réalisation des différentes phases de conduite.

## 2.2. Expérimentation sur le réseau autoroutier :

Les sujets viendront à la clinique en début de soirée. Ils seront équipés d'un Holter EEG ambulatoire qui mesurera leur activité électro-encéphalographique avant et pendant l'épisode de conduite. Ils effectueront un test de temps de réaction de 10 minutes avant de quitter le CHU et à leur retour, ainsi qu'un test d'attention de 20 minutes. Après la conduite, les sujets seront ramenés au CHU et on continuera à les enregistrer, ce qui nous permettra de mesurer leur latence d'endormissement et l'architecture de leur sommeil. Le lendemain, les sujets rentreront chez eux.

- Critères de sécurité :

Cette partie du protocole s'effectuant sur un réseau autoroutier pratiqué par les usagers des autoroutes du sud de la France, les conditions de sécurité seront un critère déterminant de réalisation de cette phase de l'essai.

La radio du réseau autoroutier diffusera le jour de l'expérimentation des messages pour prévenir les usagers de l'expérience en cours.

Un poste téléphonique étant situé tous les 2000 mètres sur l'autoroute, la liaison avec les services techniques pourra ainsi être effectuée dans les plus brefs délais si un incident survenait au cours de l'étude.

Ce véhicule sera équipé de doubles commandes agissant sur le système de freinage et d'accélérateur. Le véhicule sera signalé aux autres conducteurs par la présence d'un gyrophare et de bandes signalétiques informant sur le caractère expérimental de l'essai.

A chaque véhicule sera attribué 1 co-pilote moniteur formé à la réalisation de ces essais cliniques. Le matin ou la nuit, le véhicule transportant le sujet et le co-pilote sera conduit jusqu'à l'entrée de l'autoroute par l'expérimentateur. Le sujet réalisera un épisode de conduite de 120 minutes (Langon-Agen-Langon) puis sera ramené à son domicile.

Afin d'assurer une sécurité maximale, les sujets pourront interrompre la conduite à tout moment afin de passer le volant au co-pilote s'ils estiment ne plus être aptes à la conduite.

Si le co-pilote estime que le sujet ne possède plus une aptitude suffisante pour conduire en sécurité, le sujet sera ramené à l'hôpital.

Tout chauffeur qui effectuera plus de 5 déviations latérales (avec franchissement de la ligne séparant les voies) en 1 minute sera ramené au CHU de Bordeaux.

### **2.3. Analyses statistiques**

Pour les données de type continu : l'effectif, la moyenne, l'écart standard de la moyenne, les valeurs minimales et maximales seront représentées.

Les 10% des temps de réaction les plus lents seront transformés en logarithme et le nombre de laps sera quant à lui transformé suivant la formule  $\sqrt{x} + \sqrt{(x+1)}$

La comparaison des performances, de la somnolence subjective et de la fatigue avant la conduite en fonction des deux groupes (sujets jeunes ou âgés) et des différentes conditions de nuit (café, sieste ou placebo) sera testée par une ANOVA (correction de Huynh-Feldt) à deux facteurs (âge x condition) dont un à mesures répétées (condition).

Les effets du café, de la sieste ou du placebo sur les performances, la somnolence subjective et la fatigue chez les sujets jeunes et les sujets âgés sont vérifiés par une ANOVA (correction de Huynh-Feldt) à deux facteurs (âge x condition) dont un à mesures répétées (condition). Les contrastes intra-sujets de type simple sont ensuite calculés. Deux types d'analyses sont effectués, l'un quand la condition jour est considérée comme condition de référence et sera comparée aux conditions de nuit (café, sieste ou placebo) et l'autre quand la condition placebo sera considérée comme condition de référence et sera comparée aux deux autres conditions de nuit (café et sieste).

Les effets du café de la sieste ou du placebo sur le sommeil après la conduite chez les sujets jeunes et les sujets âgés sont vérifiés par une ANOVA (correction de Huynh-Feldt) à deux facteurs (âge x condition) dont un à mesures répétées (condition).

La comparaison de la durée de la sieste entre les sujets jeunes et les sujets âgés sera effectuée par un test de T de Student pour échantillon indépendant.

L'effet du café, de la sieste ou du placebo sur la conduite automobile est analysé par une régression négative binomiale où le nombre de franchissements de ligne par session de conduite et par participant est la variable dépendante et où les conditions (café, sieste ou placebo) sont les déterminants. Les sujets sont classés en sujet altéré ( $>1$  franchissement) ou non altéré (0-1 franchissement). La comparaison des sujets altérés/non altérés est effectuée par un test non paramétrique pour échantillon lié. Les résultats sont présentés sous forme d'odd ratio.

## **3. RESULTATS ESCOMPTE :**

- Construire les messages sécuritaires des campagnes visant à réduire l'accidentologie liée à la fatigue et à la somnolence (possible usage de la sieste et de la caféine) en fonction de l'âge des conducteurs.
- Différencier les vulnérabilités en fonction de l'âge des conducteurs, des pathologies et des traitements.
- Proposer dans un second temps des recommandations pour l'aptitude à la conduite des malades somnolescents.
- Valider la différence de latence d'endormissement des sujets suivant qu'ils aient pris de la caféine ou qu'ils aient fait une sieste.

## RÉSULTATS :

12 sujets entre 20 et 25 ans et 11 sujets entre 40 et 50 ans ont été soumis au test de temps de réaction (sur Palm) et au test de conduite (sur autoroute).

1 sujet âgé est actuellement en cours d'expérimentation. Il terminera cette expérimentation fin juin 2006.

### **1. CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION :**

#### **1.1. Sujets entre 20 et 25 ans :**

	<i>N</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Ecart Type</i>
<i>Âge</i>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>21.3</b>	<b>1.8</b>
<i>Taille (m)</i>	<b>12</b>	<b>1.67</b>	<b>1.88</b>	<b>1.79</b>	<b>0.06</b>
<i>Poids (kg)</i>	<b>12</b>	<b>50</b>	<b>115</b>	<b>72.3</b>	<b>15.2</b>
<i>BMI</i>	<b>12</b>	<b>16.7</b>	<b>30.6</b>	<b>22.1</b>	<b>3.2</b>

#### **1.2. Sujets entre 40 et 50 ans :**

	<i>N</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Ecart Type</i>
<i>Âge</i>	<b>11</b>	<b>41</b>	<b>49</b>	<b>45.8</b>	<b>2.56</b>
<i>Taille (m)</i>	<b>11</b>	<b>1.65</b>	<b>1.85</b>	<b>1.77</b>	<b>0.06</b>
<i>Poids (kg)</i>	<b>11</b>	<b>56</b>	<b>100</b>	<b>80.2</b>	<b>12.5</b>
<i>BMI</i>	<b>11</b>	<b>20.6</b>	<b>29.9</b>	<b>25.3</b>	<b>2.55</b>

### **2. COMPARAISON DES SUJETS JEUNES ET AGÉS EN CONDITION CONTRÔLE**

- Performances (16h et 20 h)

La moyenne des temps de réaction, la médiane et les 10 % des temps de réaction les plus rapides sont meilleurs à 20 heures qu'à 16 heures ( $F=20.16$ ,  $p<0.0005$ ;  $F=34.3$ ,  $p=0.005$ ;  $F=28.9$ ,  $p=0.0005$ ). Pour ces trois paramètres, les sujets jeunes sont plus rapides que les sujets âgés ( $F=18.55$ ,  $p=0.0005$ ;  $F=18.82$ ,  $p=0.0005$ ;  $F=13.75$ ,  $p=0.0005$ ). Il existe aussi pour ces trois paramètres une interaction temps/âge significative ( $F=7.32$ ,  $p=0.013$ ;  $F=8.33$ ,  $p=0.009$ ;  $F=7.70$ ,  $p=0.01$ ).

En revanche pour le nombre de laps et le 10 % des valeurs les plus lentes, il n'existe pas de différence significative entre les valeurs de 16 heures et de 20 heures et d'interaction temps/âge. Pour ces deux paramètres, les sujets jeunes sont plus rapides que les sujets âgés ( $F=10.5$ ,  $p=0.004$ ;  $F=9.31$ ,  $p=0.006$ ).

Le nombre d'erreur (réponses en avance ou pas de réponse) n'évolue pas dans le temps (entre 16h et 20h) et il n'existe pas de différence entre les sujets jeunes et âgés.

- Auto-évaluation de la fatigue :

Les sujets sont moins fatigués après la conduite (20 heures) qu'avant (16 heures) ( $F=11.79$ ,  $p=0.002$ ). Il n'existe pas de différence entre les sujets jeunes et âgés.

- Auto-évaluation de la somnolence :

Les sujets sont moins somnolents après la conduite (20 heures) qu'avant (16 heures) ( $F=11.94$ ,  $p=0.002$ ). Il n'existe pas de différence entre les sujets jeunes et âgés.

### **3. COMPARAISON DES SUJETS JEUNES ET AGES A MINUIT (AVANT LA CONDUITE) EN FONCTION DES CONDITIONS**

- Performances

A minuit, la moyenne des temps de réaction, la médiane, les 10 % des temps de réaction les plus lents, le nombre de laps et le 10 % des valeurs les plus lentes sont comparables pour les trois conditions.

Pour la moyenne des temps de réaction, la médiane et les 10 % des temps de réaction les plus rapides, les sujets jeunes sont plus rapides à minuit que les sujets âgés ( $F=4.9$ ,  $p=0.038$ ;  $F=13.16$ ,  $p=0.002$ ;  $F=10.2$ ,  $p=0.004$  respectivement).

En revanche pour le nombre de laps et le 10 % des valeurs les plus lentes, il n'existe pas de différence significative à minuit entre les sujets jeunes et les sujets âgés ( $F=12.9$ ,  $p=0.002$ ;  $F=13.16$ ,  $p=0.002$  respectivement).

A minuit, le nombre d'erreur (réponses en avance ou pas de réponse) est comparable pour les trois conditions et il n'existe pas de différence entre les sujets jeunes et les sujets âgés.

- Auto-évaluation de la fatigue :

A minuit, la fatigue est comparable pour les trois conditions et il n'existe pas de différence entre les sujets jeunes et les sujets âgés

Auto-évaluation de la somnolence :

A minuit, la somnolence est comparable pour les trois conditions et il n'existe pas de différence entre les sujets jeunes et les sujets âgés.

### **4. EFFET DU CAFE, DE LA SIESTE ET DU PLACEBO : COMPARAISON AVANT ET APRES LA CONDUITE**

- Durée de la sieste

Les sujets âgés ont dormis moins longtemps pendant les 30 minutes accordées que les sujets jeunes ( $22.5 \pm 3.6$  min versus  $13.5 \pm 9.1$  min,  $t=3.06$ ,  $p=0.009$ ). Au cours du

sommeil de sieste, la quantité d'onde delta (sommeil lent profond) est moins importante chez sujets âgés que chez les sujets jeunes (102+-57 versus 259+-216,  $t=2.41$ ,  $p=0.03$ ).

- Moyenne des temps de réaction

Si on considère la condition jour comme période de référence, le facteur condition (contrôle, café, placebo, sieste) est significatif ( $F=13.65$ ,  $p=0.0005$ ). La moyenne des temps de réaction des trois conditions de nuit (café, placébo, sieste) est significativement plus élevée (contrastes :  $F=14.88$ ,  $p=0.001$  ;  $F=29.47$ ,  $p=0.0005$  ;  $F=13.75$ ,  $p=0.001$  respectivement) que celle de la condition jour.

Il existe ni d'effet âge ni d'interaction condition âge.

Si on considère la condition placebo comme période de référence, le facteur condition est significatif ( $F=7.96$ ,  $p=0.002$ ). Seule la moyenne des temps de réaction de la condition café diffère significativement de la condition placebo (contrastes :  $F=24.11$ ,  $p=0.0005$ ) : les sujets ayant pris un café ont de meilleures performances après la conduite que les sujets ayant pris du placebo ou fait une sieste.

Il existe ni d'effet âge ni d'interaction condition âge.

- Médiane des temps de réaction

Si on considère la condition jour comme période de référence, le facteur condition (contrôle, café, placebo, sieste) est significatif ( $F=17.82$ ,  $p=0.0005$ ). La médiane des temps de réaction des trois conditions de nuit (café, placebo, sieste) est significativement plus élevée (contrastes :  $F=13.98$ ,  $p=0.001$ ;  $F=29.22$ ,  $p=0.0005$ ;  $F=24.25$ ,  $p=0.0005$  respectivement) que celle de la condition jour.

Il existe ni d'effet âge ni d'interaction condition âge.

Si on considère la condition placebo comme période de référence, le facteur condition est significatif ( $F=6.51$ ,  $p=0.005$ ). Seule la médiane des temps de réaction de la condition café diffère significativement de la condition placebo (contrastes :  $F=21.79$ ,  $p=0.0005$ ) : les sujets ayant pris un café ont de meilleures performances après la conduite que les sujets ayant pris du placebo ou fait une sieste.

Il existe ni d'effet âge ni d'interaction condition âge.

- 10% des valeurs les plus rapides des temps de réaction

Si on considère la condition jour comme période de référence, le facteur condition (contrôle, café, placebo, sieste) est significatif ( $F=13.34$ ,  $p=0.0005$ ). Les 10% des valeurs les plus rapides des conditions placebo et sieste sont significativement plus élevés (contrastes :  $F=26.76$ ,  $p=0.0005$ ;  $F=10.82$ ,  $p=0.003$  respectivement) que ceux de la condition jour. La condition café ne diffère pas de la condition jour ( $p=0.09$ ) : les sujets ayant pris un café ont des performances, après la conduite, comparables aux performances de jour.

Il existe ni d'effet âge ni d'interaction condition âge.

Si on considère la condition placebo comme période de référence, le facteur condition est significatif ( $F=10.72$ ,  $p=0.002$ ). Les 10% des valeurs les plus rapides des conditions café et sieste diffèrent significativement de la condition placebo (contrastes :  $F=20.19$ ,  $p=0.0005$ ;  $F=4.9$ ,  $p=0.038$ ) : les sujets ayant pris un café ou fait une sieste ont de meilleures performances après la conduite que les sujets ayant pris du placebo ou fait une sieste.

Il existe ni d'effet âge ni d'interaction condition âge.

▪ 10% des valeurs les plus lentes des temps de réaction

Si on considère la condition jour comme période de référence, le facteur condition (contrôle, café, placebo, sieste) est significatif ( $F=13.41$ ,  $p=0.0005$ ). Les 10% des valeurs les plus lentes des 3 conditions de nuit (café, placebo, sieste) sont significativement plus élevés (contrastes :  $F=8.49$ ,  $p=0.008$ ;  $F=23.95$ ,  $p=0.0005$ ;  $F=21.90$ ,  $p=0.0005$  respectivement) que ceux de la condition jour.

Il existe un effet âge : les 10 % des valeurs les plus lentes des sujets âgés sont plus élevés que ceux des sujets jeunes ( $F=8.31$ ,  $p=0.009$ ) quelle que soit la condition. En revanche il n'existe pas d'interaction condition âge.

Si on considère la condition placebo comme période de référence, le facteur condition est significatif ( $F=5.67$ ,  $p=0.007$ ). Seul les 10% des valeurs les plus lentes de la condition café diffèrent significativement de la condition placebo (contrastes :  $F=12.20$ ,  $p=0.002$ ) : les sujets ayant pris un café ont de meilleures performances après la conduite que les sujets ayant pris du placebo ou fait une sieste.

Il existe un effet âge : les 10 % des valeurs les plus lentes des sujets âgés sont plus élevés que ceux des sujets jeunes ( $F=5.25$ ,  $p=0.032$ ). En revanche il n'existe pas d'interaction condition âge.

▪ Nombre de Laps enregistrés pendant les temps de réaction

Si on considère la condition jour comme période de référence, le facteur condition (contrôle, café, placebo, sieste) est significatif ( $F=13.34$ ,  $p=0.0005$ ). Le nombre de laps des conditions placebo et sieste sont significativement plus élevés (contrastes :  $F=28.85$ ,  $p=0.0005$ ;  $F=26.36$ ,  $p=0.0005$  respectivement) que celui de la condition jour. La condition café ne diffère pas de la condition jour ( $p=0.17$ ) : les sujets ayant pris un café ont de meilleures performances après la conduite que les sujets ayant pris du placebo ou fait une sieste.

Il existe ni d'effet âge ni d'interaction condition âge.

Si on considère la condition placebo comme période de référence, le facteur condition est significatif ( $F=9.69$ ,  $p=0.001$ ). Seul le nombre de laps de la condition café diffère significativement de la condition placebo (contrastes :  $F=35.40$ ,  $p=0.0005$ ).

Il existe ni d'effet âge ni d'interaction condition âge.

- Nombre d'erreur au cours des temps de réaction

Le nombre d'erreur (réponses en avance ou pas de réponse) est comparable pour les 4 conditions (contrôle, café, placebo, sieste) et il n'existe pas de différence entre les sujets jeunes et les sujets âgés.

- Fatigue subjective

Si on considère la condition jour comme période de référence, le facteur condition (contrôle, café, placebo, sieste) est significatif ( $F=19.30$ ,  $p=0.0005$ ). Les sujets sont plus fatigués avant la conduite qu'après les conditions de nuit (café, placebo, sieste) (contrastes :  $F=25.10$ ,  $p=0.0005$ ;  $F=41.91$ ,  $p=0.0005$ ;  $F=45.80$ ,  $p=0.0005$  respectivement).

Il existe ni d'effet âge ni d'interaction condition âge.

Si on considère la condition placebo comme période de référence, le facteur condition n'est pas significatif ( $p=0.46$ ). L'auto évaluation de la fatigue après les trois conditions (Café, placebo, sieste) ne diffère pas.

De plus, il n'existe ni d'effet âge ni d'interaction condition âge.

- Somnolence subjective

Si on considère la condition jour comme période de référence, le facteur condition (contrôle, café, placebo, sieste) est significatif ( $F=22.72$ ,  $p=0.0005$ ). Les sujets s'estiment plus somnolents après la conduite, quelle que soit la condition, qu'avant la conduite (contrastes :  $F=21.64$ ,  $p=0.0008$ ;  $F=41.30$ ,  $p=0.0005$ ;  $F=32.34$ ,  $p=0.0005$  respectivement).

Il n'existe ni d'effet âge ni d'interaction condition âge.

Si on considère la condition placebo comme période de référence, le facteur condition est significatif ( $F=7.53$ ,  $p=0.002$ ). Seule la somnolence subjective de la condition café diffère significativement de la condition placebo (contrastes :  $F=9.80$ ,  $p=0.005$ ) : les sujets ayant pris un café s'estiment moins somnolents après la conduite que les sujets ayant pris du placebo ou fait une sieste.

Il n'existe ni d'effet âge ni d'interaction condition âge.

- Sommeil après la conduite

La latence d'endormissement ne diffère pas d'une condition à l'autre. En revanche quelle que soit la condition, les sujets âgés mettent plus de temps à s'endormir ( $F=9.07$ ,  $p=0.007$ ) :

	Catégorie	Moyenne	Ecart-type	N
café,	18-25	2,542	1,7640	12
	40-50	6,545	3,1738	11
	Total	4,457	3,2119	23
sieste,	18-25	3,167	2,9491	12
	40-50	5,909	7,3137	11
	Total	4,478	5,5339	23
placebo,	18-25	1,708	1,6577	12
	40-50	4,818	1,8878	11
	Total	3,196	2,3488	23

L'efficacité de sommeil ne diffère pas d'une condition à l'autre. En revanche quelle que soit la condition, les sujets âgés ont une efficacité de sommeil moins bonne que les sujets jeunes ( $F=6.41$ ,  $p=0.02$ ) :

	Catégorie	Moyenne	Ecart-type	N
café	18-25	96,300	1,3846	12
	40-50	83,208	16,7978	11
	Total	90,039	13,1882	23
sieste	18-25	94,522	4,6448	12
	40-50	91,832	5,6005	11
	Total	93,236	5,1897	23
placebo	18-25	95,501	2,6254	12
	40-50	89,075	9,8053	11
	Total	92,428	7,6105	23

On note aussi une interaction condition âge significative ( $F=4.98$ ,  $p=0.013$ ). Dans la condition sieste, l'efficacité de sommeil des sujets âgés est améliorée tandis que chez les sujets jeunes elle est moins bonne.

- Conduite :

- Résultats chez les sujets âgés de 20 à 25 ans :

75% de nos sujets maintenaient des performances comparables à la période de référence après la prise de café (0 ou 1 franchissement de ligne), 66% après la sieste ( $p = 0.66$  vs café), mais seulement 13% après le placebo ( $p < 0.05$  vs café ou sieste).

Comparé à la conduite sous placebo, le café réduit le risque de franchissement de ligne d'un facteur de 3,65 (95 % IC, 1,21-10,97  $p<0,001$ ) et la sieste d'un facteur de 2,92 (95 % IC, 1,68-5,06  $p=0,02$ ).

<b>sujets</b>	<b>jour</b>	<b>café</b>	<b>placebo</b>	<b>sieste</b>
1	0	1	11	6
2	1	3	2	1
3	0	0	3	3
4	1	0	13	6
5	0	1	2	1
6	0	0	2	0
7	0	13	17	8
8	0	2	0	0
9	0	0	11	0
10	0	0	11	0
11	0	0	1	0
12	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>73</b>	<b>25</b>

**Tableau 1 : Nombre de franchissements de lignes latérales par sujet et par session**

- Résultats de la conduite chez les sujets âgés de 40 à 50 ans :

91% de nos sujets maintenaient des performances comparables à la période de référence après la prise de café (0 ou 1 franchissement de ligne), 75% après la sieste, et 72% après le placebo. Les trois conditions de nuit ne diffèrent pas de la condition de référence (jour) et elles ne diffèrent pas entre elles.

Comparé à la conduite sous placebo, le café réduit le risque de franchissement de ligne d'un facteur de 10.08 (95 % IC, 3.9-29.3 p<0.05) et la sieste d'un facteur de 1.17 (95 % IC, 0.94-1.49, NS).

<b>sujets</b>	<b>jour</b>	<b>café</b>	<b>placebo</b>	<b>sieste</b>
1	0	0	0	0
2	0	0	0	1
3	0	3	29	21
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	22	19
8	0	1	1	0
9	0	0	0	0
10	0	1	1	1
11	0	0	1	4
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>54</b>	<b>46</b>

**Tableau 2 : Nombre de franchissements de lignes latérales par sujet et par session**

## CONCLUSIONS

Avant la conduite nocturne et la prise des contre mesures à la somnolence (café ou sieste) ou du placebo les sujets jeunes et âgés sont comparables en terme de somnolence subjective, fatigue et temps de réaction moyens (moyenne, médiane) et des temps de réaction optimums (10% des valeurs les plus rapides). En revanche le nombre de laps (temps > 500 ms) et les 10% des valeurs les plus lentes des sujets jeunes et âgés ne sont pas comparables avant la conduite nocturne et la prise des contre mesures de la somnolence (café ou sieste) ou du placebo. Les sujets âgés présentent des valeurs plus élevées que les sujets jeunes.

Avant la conduite nocturne et la prise des contre mesures à la somnolence (café ou sieste) ou du placebo, les performances, la somnolence subjective et la fatigue des sujets sont comparables pour chaque condition de conduite nocturne.

La durée du sommeil, pendant la sieste de 30 minutes, accordée avant la conduite nocturne diffère entre les sujets jeunes et les sujets âgés. Ces derniers dorment moins longtemps que les sujets jeunes (presque deux fois moins longtemps). Outre la durée du sommeil, c'est aussi la qualité du sommeil qui est différente (moins ou pas de sommeil lent profond chez les sujets âgés). Il apparaît que proposer une sieste comme contre mesure à la somnolence chez les sujets âgés ne serait pas une bonne stratégie et se révèlerait peu efficace.

L'effet du café, de la sieste ou du placebo sur les performances, la somnolence subjective et la fatigue enregistrées après la conduite nocturne sont identiques chez les sujets jeunes et âgés. On note seulement une différence au niveau des 10 % des temps de réaction les plus lents. Les sujets âgés gardent des valeurs plus élevées que les sujets jeunes. En revanche cette différence n'est plus observée si l'on considère le nombre de laps. L'effet des contre mesures n'est pas modifié par l'âge.

Comparé à la sieste et au placebo, le café améliore les performances mesurées après la conduite automobile chez les sujets jeunes mais aussi chez les sujets âgés. De plus, le café permet de retrouver des performances (10 % des temps de réaction les plus rapides et nombre de laps) proches des niveaux diurnes. Le café améliore aussi la somnolence subjective estimée après la conduite, en revanche il n'a aucun effet sur l'estimation de la fatigue. Il est intéressant de noter que le café ne modifie pas la qualité du sommeil de récupération (post conduite).

Comparés au placebo, les effets de la sieste sur les performances post conduite nocturne sont très faibles. Seuls les 10 % des temps de réaction sont améliorés mais ils n'atteignent pas les niveaux diurnes. La sieste n'a aucun effet sur la somnolence subjective et la fatigue. La qualité du sommeil de récupération post conduite n'est pas affectée par la sieste.

Cette étude permet de démontrer que le café permet de réduire significativement les altérations de la conduite nocturne que ce soit chez les sujets jeunes ou les sujets plus âgés. Chez les sujets jeunes, une sieste de 30 minutes permet de restaurer les performances en conduite nocturne, bien que son effet soit inférieur à celui de la caféine. L'effet moindre de

la sieste peut s'expliquer par une action purement homéostasique (durée de veille). La somnolence résiduelle s'explique par la composante chronobiologique de la somnolence qui ne peut être corrigée par une prise de sommeil. En revanche, chez les sujets plus âgés, la sieste n'améliore pas les altérations de la conduite nocturne. Ceci peut être lié au fait que les sujets âgés ont plus de difficultés à faire une sieste dans une voiture. En effet ils dorment moins longtemps que les sujets plus jeunes et surtout la sieste des sujets âgés est de moins bonne qualité (moins de sommeil lent profond) que celle des sujets plus jeunes.

Le café est recommandé pour limiter la baisse des performances lors d'épisodes de conduite nocturne quel que soit l'âge, sans que celui ci ne modifie la qualité du sommeil post-conduite. Si des contre-indications médicales interdisent la prise de caféine, une sieste de 30 minutes peut être proposée comme une alternative au café uniquement chez les sujets jeunes.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1. Ohayon, M.M., et al., How sleep and mental disorders are related to complaints of daytime sleepiness. *Arch Intern Med*, 1997. 157(22): p. 2645-52.
- 2. Philip, P., et al., Is there a link between subjective daytime somnolence and sickness absenteeism? A study in a working population. *J Sleep Res*, 2001. 10(2): p. 111-5.
- 3. Horne, J.A. and L.A. Reyner, Sleep related vehicle accidents. *BMJ*, 1995. 310(6979): p. 565-567.
- 4. Connor, J., et al., Driver sleepiness and risk of serious injury to car occupants: population based case control study. *Bmj*, 2002. 324(7346): p. 1125.
- 5. Philip, P., et al., Fatigue, alcohol, and serious road crashes in France: factorial study of national data. *Bmj*, 2001. 322(7290): p. 829-30.
- 6. Philip, P., et al., Determinants of sleepiness in automobile drivers. *J Psychosom Res*, 1996. 41(3): p. 279-88.
- 7. Philip, P., et al., Long distance driving and self-induced sleep deprivation among automobile drivers. *Sleep*, 1999. 22(4): p. 475-80.
- 8. Philip, P., et al., Simple reaction time, duration of driving and sleep deprivation in young versus old automobile drivers. *J Sleep Res*, 1999. 8(1): p. 9-14.
- 9. Philip, P., et al., Work and rest sleep schedules of 227 European truck drivers. *Sleep Med*, 2002. 3(6): p. 507-11.

## **ANNEXE**

Article publié dans Annals of internal medecine





PSA PEUGEOT CITROËN



RENAULT



## MISE AU POINT DE CONTRE-MESURES A LA FATIGUE ET A LA SOMNOLENCE AU VOLANT

Philip P.<sup>1,2</sup>, Taillard J.<sup>1,2</sup>, Valtat C.<sup>1</sup>, Delord S.<sup>3</sup>, Moore N.<sup>4</sup>, Bioulac B.<sup>1,2</sup>

1) Clinique du Sommeil, CHU Pellegrin, Place Amélie Raba Léon, 33076 Bordeaux Cedex, France.

2) CNRS UMR-5543, Université Victor Segalen, 146 Rue Léo Saignat, 33076 Bordeaux Cedex, France.

3) Équipe de Psychologie Cognitive, Laboratoire de Psychologie EA 3662, UFR des Sciences de l'Homme, Université Victor Segalen, 33076 Bordeaux Cedex.

4) Laboratoire de Toxicologie et Pharmacologie Clinique, Université Victor Segalen, 33076 Bordeaux Cedex.

### Introduction

La somnolence au volant est responsable de 20% à 30% des accidents impliquant des véhicules seuls.

Il paraît déterminant d'identifier des contre-mesures simples et accessibles au plus grand nombre pour prévenir la survenue de ces accidents.

Objectif principal :

- Mesurer l'effet de la prise de caféine ou d'une sieste sur l'aptitude à la conduite réelle de sujets sains en conduite nocturne.

Objectif secondaire :

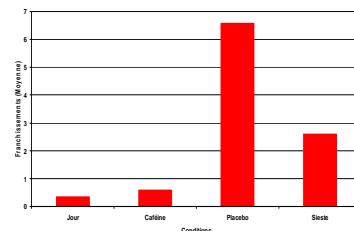
- Comparer la sensibilité des sujets jeunes (20-25 ans) et des sujets adultes (40-50 ans) à la prise de caféine ou de sommeil pour lutter contre la somnolence au volant.

### Méthode

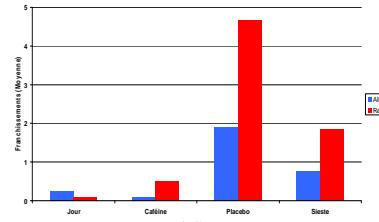
Étude comparant l'aptitude à la conduite de nuit et sur autoroute en condition réelle de trafic chez des sujets sains dans 4 conditions différentes distribuées de façon randomisée en carré latin :

- 1 épisode de conduite de jour de 18H à 19H30 en condition reposée,
- 1 épisode de conduite de nuit de 2H à 3H30 en ayant pris 200mg de caféine dans un café 30 min avant l'épisode de conduite,
- 1 épisode de conduite de nuit de 2H à 3H30 en ayant pris un placebo (café décaféiné) 30 min avant l'épisode de conduite,
- 1 épisode de conduite de nuit de 2H à 3H30 en ayant effectué 30 min de sieste 30 min avant l'épisode de conduite.

Durant chaque condition, l'activité électroencéphalographique était mesurée, ainsi que les mouvements oculaires et le tonus musculaire. Ces mesures permettent de connaître la durée de sommeil durant les siestes, ainsi que les latences d'endormissement des sujets lors de la nuit effectuée à la clinique du sommeil après chaque épisode de conduite.



Nombre moyen de franchissements de lignes latérales en fonction de la condition.



Nombre moyen de franchissements de lignes latérales en fonction de la condition et de la partie du trajet

### Résultats

- Dans cette première partie de l'étude, nous n'avons inclus que des sujets jeunes (20 – 25 ans).
- Nous observons un maintien des performances avec la caféine et la sieste (rANOVA ;  $F = 0.508$ ,  $p = 0.491$  ;  $F = 1.865$ ,  $p = 0.199$ ), mais pas avec le placebo (rANOVA ;  $F = 10.276$ ,  $p = 0.009$ ).
- Nous observons une différence de performances entre le trajet aller et le trajet retour (rANOVA ;  $F = 12.936$ ,  $p = 0.005$ ), avec de meilleures performances lors du trajet aller.

### Conclusion

- Le café permet de réduire significativement les altérations de la conduite nocturne. Si des contre-indications médicales interdisent la prise de caféine, une sieste de 30 minutes peut permettre de restaurer les performances en conduite nocturne, bien que son effet soit inférieur à celui de la caféine. L'effet moindre de la sieste peut s'expliquer par une action purement homéostasique (durée de veille). La somnolence résiduelle s'explique par la composante chronobiologique de la somnolence qui ne peut être corrigée par une prise de sommeil.
- Le café et/ou une sieste sont recommandés pour limiter la baisse des performances lors d'épisodes de conduite nocturne.



