



SANDRINE DELORD



MICHELE MOESSINGER

LOT 5b

**Mise au point de contre-mesures à la fatigue
et à la somnolence au volant :
Aspects attentionnels et cognitifs**

Responsable scientifique :

Sandrine DELORD

Laboratoire de Psychologie EA 3662,

3 ter, place de la Victoire – 33076 Bordeaux cedex

TABLE DES MATIERES

ETAT DE L'ART	5
MATERIEL ET METHODE.....	7
1. PARTICIPANTS	7
2. STIMULI.....	7
3. MATERIEL	8
4. PROCEDURE.....	8
4.1. <i>Déroulement global de l'expérience</i>	8
4.2. <i>Déroulement du test attentionnel</i>	9
5. FACTEURS, VARIABLES ET PLAN D'EXPERIENCE	10
RESULTATS.....	12
1. LES PERFORMANCES D'INHIBITION	12
1.1. <i>Effets simples</i>	12
1.2. <i>Effets d'interaction</i>	13
2. L'ORIENTATION ATTENTIONNELLE.....	16
2.1. <i>L'orientation exogène de l'attention</i>	16
2.2. <i>L'orientation endogène de l'attention</i>	20
CONCLUSION	24
1. LES EFFETS CUMULES DE LA FATIGUE ET DE LA PRIVATION DE SOMMEIL	24
2. LA REHABILITATION PAR LES CONTRE-MESURES	25
BIBLIOGRAPHIE.....	26
TABLES DES ILLUSTRATIONS	27
ANNEXES	28

ETAT DE L'ART

Cette recherche a été rajoutée au protocole du projet «Mise au point de deux contre-mesures à la privation de sommeil : Effets sur la vigilance » (pilotée par Pierre Philip) qui avait été retenu par le GDR 3. L'objectif de ce complément était d'ajouter à la mesure de la vigilance proposée par les auteurs, l'évaluation de deux fonctions cognitives : l'inhibition et l'attention visuo-spatiale en une seule épreuve pour ne pas trop alourdir le protocole déjà existant. Le paradigme attentionnel développé par Posner (1980) a été choisi car il permettait de répondre à ces exigences.

Cette étude était donc complémentaire à celle menée par le CHU de Bordeaux sur l'aptitude à la conduite en situation réelle. Elle visait à étudier plus spécifiquement la dégradation des processus attentionnels et cognitifs liés à la privation de sommeil et leur possible restauration par les contre-mesures sieste et caféine, grâce à une étude en laboratoire. Dans l'étude originale, la dégradation et la restauration de la performance étaient estimées, de façon écologique, par l'amplitude moyenne des déviations de la voiture sur la route en situation naturelle de conduite. Nous avons proposé de compléter cette mesure par une estimation des composantes attentionnelles avant/après l'épisode de conduite.

Toute activité comportementale mobilise l'attention du sujet, et son bon fonctionnement se révèle crucial notamment lorsque l'activité est complexe et multifactorielle comme l'est la conduite automobile. L'attention est elle-même un processus hétérogène. C'est pourquoi nous en avons étudié trois aspects simultanément : deux types d'orientation de l'attention visuo-spatiale exogène et endogène et un processus d'inhibition dans la situation d'indilage spatial de Posner (1977, 1980, 1994).

La situation d'indilage spatial consiste à focaliser l'attention du sujet sur une région de l'espace (classiquement la droite ou la gauche du champ visuel) grâce à un indice et de mesurer le bénéfice (quand la cible arrive à l'endroit indicé) ou le coût (quand l'endroit indicé est le mauvais) engendré par cette focalisation sur le traitement d'une cible présentée juste après et auquel le sujet doit répondre. D'un point de vue écologique, c'est par exemple la situation pendant laquelle l'attention d'un conducteur est attirée par l'arrivée brusque d'un piéton ou d'un véhicule sur une voie transversale. Son attention s'oriente vers le nouvel objet de façon irrépessible et automatique, inconsciente, il s'agit de l'orientation « exogène » de l'attention. Il y a aussi des mobilisations « endogènes » de l'attention vers une région de l'espace ou vers un objet, par exemple lorsque le conducteur, suite à l'analyse cognitive consciente d'une situation décide de façon volontaire et contrôlée de rediriger son attention, par exemple de la route à son autoradio.

Nous avons montré récemment (Delord, Taillard, Valtat, Bioulac, Philip, 2004) grâce à deux paradigmes attentionnels de ce type qu'une privation aiguë de sommeil de quelques heures seulement augmentait globalement les temps de réponse, ce qui est classique, mais aussi qu'elle diminuait les processus d'inhibition de la réponse et qu'elle altérait spécifiquement l'orientation exogène de l'attention sans affecter par contre l'orientation endogène. En effet, les TR se rallongeaient progressivement et le nombre d'erreurs d'inhibition augmentait quand la privation augmentait, et surtout, le sujet bénéficiait de moins en moins de l'indice, puisque les coûts et les bénéfices engendrés

par l'indiciage exogène, le plus automatique, disparaissaient à mesure que la privation augmentait, alors que les bénéfices et les coûts liés à l'orientation endogène contrôlée subsistaient. Nous avons proposé d'étudier si des contre-mesures à la privation de sommeil comme la caféine ou la sieste permettaient une restauration de ces processus cognitifs.

MATERIEL ET MÉTHODE

1. PARTICIPANTS

Les 24 participants recrutés dans cette étude et les critères d'inclusion et d'exclusion sont décrits dans le rapport principal « Mise au point de contre-mesures à la privation de sommeil : effets sur la vigilance ». La moitié des conducteurs étaient de jeunes adultes (de 20 à 25 ans), l'autre moitié des adultes matures (de 40 à 50 ans).

Leur index symptomatique global ainsi que les facteurs anxiété, dépression, traits psychotiques et paranoïaques ont été évalués à l'aide de la Symptom Checklist (SCL-90-R, Derogatis, Lipman et Covi, 1973). Un entretien clinique avec un médecin, le Basic Nordic Sleep Questionnaire (Derogatis, 1983) et l'échelle de somnolence d'Epworth ont permis de vérifier qu'ils ne souffraient d'aucun trouble du sommeil ou de somnolence chronique. Ils devaient avoir une typologie circadienne intermédiaire au questionnaire de Horne et Ostberg (1976) et en aucun cas ne devaient suivre de traitement interférant avec le sommeil, la vigilance ou le système circadien. Des enregistrements actimétriques, pendant une semaine et au moins trois jours avant chaque période d'expérience, permettaient de vérifier la régularité de leur rythme veille/sommeil.

2. STIMULI

La tâche du sujet pour le test attentionnel est extrêmement simple : à chaque essai, il devait détecter la présence d'une petite croix (la cible) le plus rapidement possible sans faire d'erreur, en appuyant sur le bouton-réponse (la barre espace du clavier) si la croix était présentée (indifféremment à droite ou à gauche) et en inhibant son appui si aucune croix n'est présentée (tâche « go/no go »). Comme le montre la Figure 1, l'orientation attentionnelle du sujet était réalisée par la présentation d'un indice préalablement à la cible. L'orientation attentionnelle était réalisée soit de façon exogène par la présentation brusque d'un carré lumineux à droite ou à gauche du point de fixation, présenté pendant 100 ms avant la cible, soit de façon endogène, c'est-à-dire volontaire et consciente fondée sur l'analyse d'un symbole présenté au centre de l'écran, une flèche, présentée pendant 300 ms avant la cible.

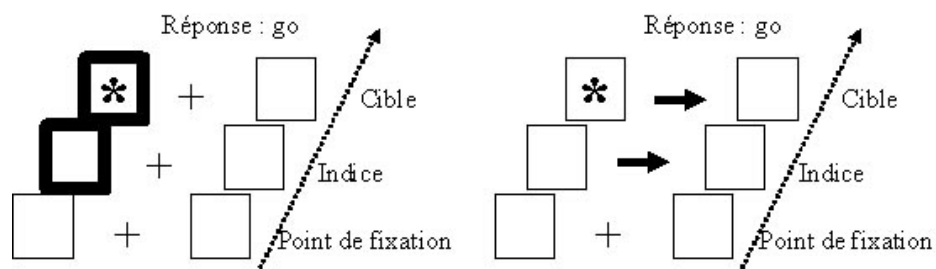


Figure 1 : Séquence d'événements au cours d'un essai d'indication spatiale exogène valide à gauche (la position de l'indice signale la position de la cible et engendre un bénéfice) et au cours d'un essai d'indication spatiale endogène non valide (la position de l'indice signale la position opposée à la cible et engendre un coût).

3. MATERIEL

Un ordinateur muni d'une carte graphique et d'un écran 19 pouces permettant une fréquence de balayage de 60 Hz (trame de 16.7 ms), et doté du logiciel Mel 2.0 tournant sous DOS a servi pour la tâche de détection de cibles.

4. PROCEDURE

4.1. Déroulement global de l'expérience

Les passations d'expérience étaient individuelles et les conducteurs se sont rendus quatre fois non consécutives à la clinique du Sommeil du CHU Pellegrin à Bordeaux. Conformément au protocole développé par P. Philip, l'ensemble des participants était soumis à 4 sessions expérimentales différentes :

- une session contrôle de jour, toujours la première,
- puis 3 conditions de privation de sommeil dont l'ordre était contrebalancé sur l'ensemble des sujets :
 - une nuit avec placebo : le participant était convié à boire un café qui était en fait un décaféiné.
 - une nuit avec caféine¹ : le participant était convié à boire un café qui contenait de la caféine (4 mg/kg)
 - nuit avec sieste : une sieste était proposée au conducteur pendant une durée de 30 mn dans le véhicule, garé sur une aire d'autoroute, juste avant l'épisode de conduite

A chacune de ces 4 séances, le participant effectuait d'abord un entraînement à la tâche (à 14h45 h pour la session de jour et à 21h45 pour les sessions de nuit). Puis après avoir rempli les échelles de Karolinska, VAS, et performances, la partie expérimentale débutait (à 16h45 le jour et 23h45 la nuit). Puis, en condition jour il partait pour l'épreuve de conduite. En condition nuit ils ingéraient d'abord une dose de café ou de décaféine, ou bien, dès 0h30 un moniteur d'auto-école emmenait jusqu'à une aire de repos où ils faisaient une sieste dans la voiture de 1h00 à 1h30. L'épreuve de conduite durait 2 h (de 17h45 à 19h15 ou bien de 2h à 4h). Ils faisaient l'aller-retour Langon-Agen sur autoroute, assisté par le moniteur d'auto-école qui les ramenait ensuite au CHU à Bordeaux. Ils passaient alors la seconde session des du test attentionnel, après avoir à nouveau rempli les échelles de Karolinska, VAS et performances. L'épreuve attentionnelle se déroulait donc au laboratoire, pendant une durée de 20 mn. et elle était supervisée par un psychologue. Chaque participant avait déjà passé cette épreuve déjà deux fois avant la session de jour à titre d'entraînement, lors des visites de sélection².

A chacune des 4 séances expérimentales, le participant était donc soumis deux fois au test attentionnel, une fois avant et une fois après l'épisode de conduite, chacune de ces sessions était la répétition de l'épreuve, les essais étant tirés dans un ordre aléatoire différent à chaque fois. Pour la séance de jour, la performance moyenne aux deux sessions servait à évaluer le niveau attentionnel en l'absence de privation de sommeil, et

1 Le participant ne savait pas à quelle session il avait été exposé au café ou au décaféiné

2 Aucun participant n'a été exclu de l'étude sur la base de ses résultats à cette épreuve.

la comparaison de ces deux sessions permettait d'évaluer l'effet de la fatigue liée à la situation de conduite.

4.2. Déroulement du test attentionnel

L'épreuve comprenait cinq blocs expérimentaux, se divisant chacun en deux blocs de 2 mn chacun, le premier comportant un indiçage exogène et le second un indiçage endogène. Comme le résume la Figure 2, chaque série comptait 50% d'essais valides, 10% d'essais neutres et 10% d'essais non valides de type « go », c'est-à-dire quand la cible était présente. Pour les essais « no go », il y avait autant d'indiçage à gauche, à droite ou neutre. Au total, il y avait 70% d'essais « go » pour 30% d'essais « no go ».

Chaque essai se déroulait de la façon suivante : une croix de fixation apparaissait au centre de l'écran, en même temps qu'un signal sonore (un bip bref), et le participant avait pour consigne de la fixer sans chercher à faire des saccades oculaires sur les deux carrés présentés à droite et à gauche au même moment. Ces deux carrés indiquaient les emplacements possibles de la cible. Puis l'indice était présenté, soit l'un des carrés (ou les deux dans la condition d'indiçage neutre) devenait surbrillant, soit une flèche centrale, orientée vers l'un des côtés (ou vers les deux dans la condition d'indiçage neutre). Puis après un délai de 100 ms en condition exogène ou bien de 300 ms en endogène, la cible, une petite étoile, arrivait dans l'un des carrés. Quand l'indiçage était valide (dans la plupart des cas), la cible apparaissait du côté indicé ; quand l'indiçage était non valide, elle apparaissait du côté opposé. La tâche du sujet était d'appuyer le plus vite possible sans faire d'erreur sur la barre espace du clavier à l'apparition de la cible et de se retenir d'appuyer quand la cible n'était pas présentée. Pour fixer le critère de réponse des participants, les erreurs étaient corrigées par un bip sonore différent de celui signalant le début de l'essai.

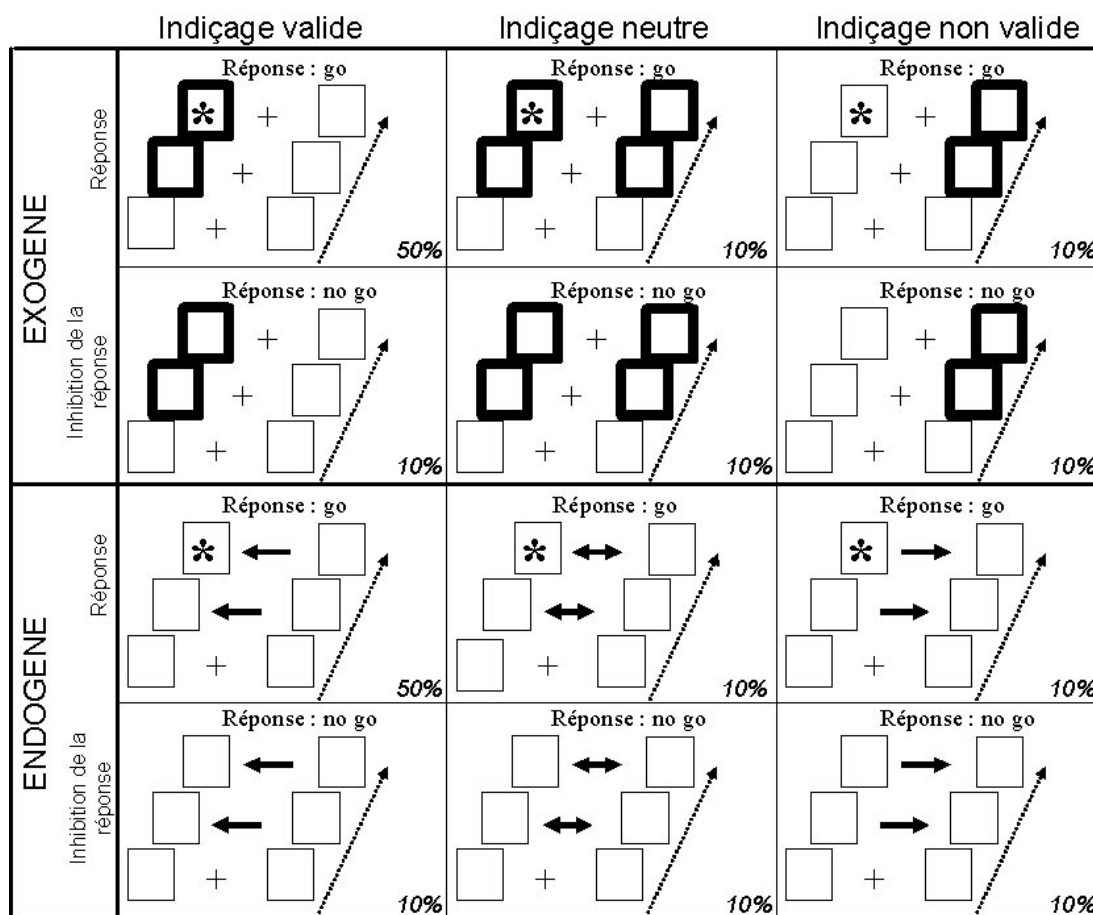


Figure 2 : Les six conditions expérimentales pour chaque test attentionnel (orientation automatique exogène par surbrillance en haut et orientation contrôlée endogène par flèche en bas). Lorsque la cible (l'étoile) est présente (ligne 1 et 3), le sujet doit répondre et lorsqu'elle est absente (ligne 2 et 4, le sujet doit inhiber sa réponse. Il y a trois conditions d'indiçage (en colonne) : soit l'indice ne donne aucune indication sur la position de la cible (indiçage neutre), soit il indique la bonne position (indiçage valide), soit la mauvaise (indiçage non valide).

5. FACTEURS, VARIABLES ET PLAN D'EXPERIENCE

- Facteurs
 - Liés aux participants
 - G2 : Groupe (adultes jeunes : 20-25 et adultes matures : 40-50)
 - Liés à la situation de privation de sommeil
 - C4 : conditions (jour / nuit placebo / nuit caféine / nuit sieste)
 - M2 : moment (avant/après la conduite)
 - Liés à la manipulation de l'attention
 - I3 : indiçage (valide / neutre / non valide)
 - O2 : orientation de l'attention (exogène / endogène)

- Variables dépendantes
 -
 - TR pour les réponses “go” correctes (en ms)
 - Erreurs “no go” : répondre alors que la cible est absente
 -
 - Plan expérimental
- S12 <G2> * O2 * I3 * M2 * C4

Un déficit d’inhibition se traduit dans cette situation par une augmentation du pourcentage d’erreur d’inhibition, c’est-à-dire par une augmentation des fausses alarmes (le sujet appuie sur le bouton réponse alors qu’aucune cible n’est présentée). Un déficit de l’attention soutenue se traduit par une augmentation globale du temps de réponse moyen, et un déficit d’orientation de l’attention se traduit par une modification des coûts et des bénéfices liés à l’indice (une augmentation des coûts et une disparition des bénéfices).

C’est ce que nous nous attendions à observer à la session de fin de nuit, dans la condition placebo. Si les contre-mesures sont efficaces, le nombre de fausses alarmes et le temps de réponse moyen devraient tendre à se normaliser et les bénéfices et les coûts attentionnels devraient réapparaître après l’ingestion de caféine ou après la sieste d’une demi-heure.

RÉSULTATS

Le pourcentage moyen d'erreur d'inhibition « no go » était de 3.2% ($\sigma = 2.4\%$, min : 0%, max : 8.6%), le pourcentage d'erreur « go » était très faible³, 0.3% en moyenne ($\sigma = 0.5\%$, min : 0%, max : 1.9%) et le TR moyen des réponses était de 313 ms ($\sigma = 35$ ms, min : 230 ms ; max : 361 ms). Les performances moyennes individuelles sont montrées dans l'Annexe 1.

Trois analyses de la variance ont été menées sur les données, la première portait sur la variable dépendante % erreur d'inhibition en prenant en compte les 5 facteurs, et les 2 autres portaient sur la variable dépendante TR en prenant en compte 5 facteurs, en 2 sous-plans, le premier pour la condition d'orientation exogène, le second pour la condition d'orientation endogène.

1. LES PERFORMANCES D'INHIBITION

La première analyse de variance portait sur la variable dépendante % d'erreur « no go », et prenait comme variable intra-sujet le groupe (jeunes/matures) et comme variables inter-sujet la condition (jour / placebo / caféine / sieste), le moment (avant/après la conduite), et l'orientation de l'attention (exogène / endogène).

- Plan d'analyse : S12 <G2> * O2 * C4 * M2

1.1. Effets simples

Un effet tendanciel du groupe a été observé : les adultes jeunes tendaient à faire plus d'erreurs que les adultes matures (respectivement, 3.9% vs. 2.5% ; $F(1,22) = 2.2$; $p=.15$).

Un effet du type d'orientation attentionnelle a également été observé : le pourcentage d'erreur « no go » était en moyenne plus de trois fois plus important en condition exogène (5.0%) qu'en condition endogène (1.4% ; $F(1,22) = 46.7$; $p<.001$).

Le facteur « moment » avait un effet significatif sur l'inhibition : le % d'erreur « no go » était globalement plus important après l'épisode de conduite qu'avant (respectivement, 3.7% vs. 2.7% ; $F(1,22) = 7.3$; $p<.05$).

Enfin, un effet tendanciel du facteur condition a été observé ($F(3,66) = 2.2$; $p = .09$) : des analyses complémentaires par contraste montraient plus particulièrement que les erreurs d'inhibition étaient globalement plus élevée à la session de jour (4.1%) qu'à la session de nuit avec placebo (3.1% ; $F(1,66) = 3.2$; $p = .08$), et que les conditions de nuit ne différaient pas entre elles (placebo contre caféine : $F(1,66) < 1$, et placebo contre sieste : $F(1,66) < 1$). Ceci résulte vraisemblablement d'un effet d'apprentissage puisque la condition de jour était toujours passée la première, alors que l'ordre de passation des 3 conditions de nuit était contrebalancé. L'inhibition requise dans cette étude pour retenir la réponse en l'absence de cible est donc particulièrement sensible à

³ La précision était excellente pour la réponse « go » dans cette tâche de temps de réaction ; l'analyse de variance que nous avons néanmoins menée sur ces données n'a montré aucun effet simple, ni aucun effet d'interaction significatif. C'est pourquoi elle n'est pas présentée ici.

l'apprentissage puisque les participants avaient déjà passé deux fois l'expérience à titre d'entraînement avant de commencer les sessions expérimentales proprement dite.

1.2. Effets d'interaction

Comme le montre la Figure 3, une interaction entre les facteurs condition et orientation a été observée ($F(3,66) = 5.0$; $p < .01$). L'analyse des contrastes montrait en effet que l'effet d'apprentissage observé entre la session jour (toujours passée la première) et les 3 sessions de nuit dont l'ordre de passation était contrebalancé s'observaient spécifiquement en condition exogène ($F(1,66) = 23.9$; $p < .001$). En condition endogène, il n'y avait pas de différence significative entre la condition de jour et les trois conditions de nuit ($F(1,66) < 1$).

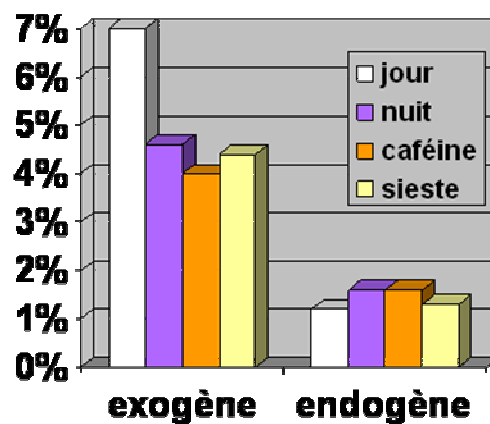


Figure 3 : Interaction entre le type d'orientation de l'attention et la condition sur le pourcentage d'erreur d'inhibition de la réponse « no go ».

Une interaction entre le type d'orientation attentionnelle et le moment de passation a également été trouvé ($F(1,22) = 6.2$; $p < .05$) : comme le montre la Figure 4, les erreurs d'inhibition étaient globalement davantage majorées à la seconde session par rapport à la première dans la condition exogène ($F(1,22) = 24.4.2$; $p < .001$) que dans la condition exogène ($F(1,22) = 2.0$; $p = .15$).

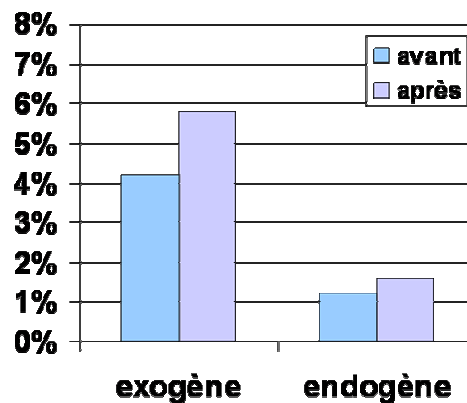


Figure 4 : Interaction entre le type d'orientation de l'attention et le moment sur le pourcentage d'erreur d'inhibition de la réponse « no go ».

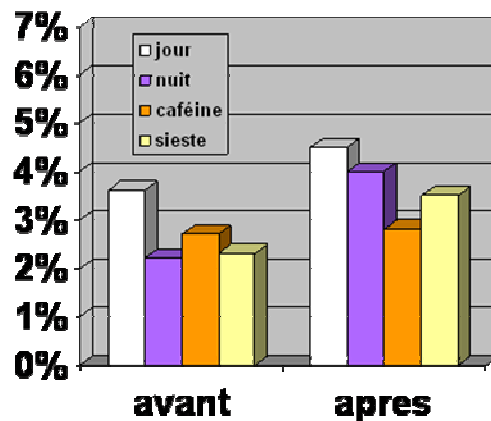


Figure 5 : Interaction entre le moment et la condition sur le pourcentage d'erreur d'inhibition de la réponse « no go ».

Une tendance à l'interaction entre les facteurs condition et moment a également été observée ($F(3,66) = 2.3$; $p = .09$). Elle est présentée dans la Figure 5. L'analyse des contrastes montrait que, au moment 1, c'est-à-dire avant l'épisode de conduite, soit à 16h pour la condition de jour et à 23h pour les conditions de nuit, la condition jour (toujours passée en premier) conduit à plus d'erreur que les trois autres conditions, la condition nuit - $F(1,66) = 9.4$; $p < .01$ -, la condition caféine - $F(1,66) = 3.4$; $p = .06$ - ou la condition sieste - $F(1,66) = 8.1$; $p < .01$ -. Au moment 2, c'est-à-dire après l'épisode de conduite, soit à 21h pour la condition jour et à 4h du matin pour les 3 conditions de nuit, il n'y avait plus de différence significative entre la condition nuit et la condition jour ($F(1,66) = 1.3$; n.s.), vraisemblablement car les effets néfastes de la privation sur le pourcentage d'inhibition contrecarraient l'effet de l'apprentissage. L'analyse des contrastes montrait en outre que, au moment 2, la contre-mesure caféine normalisait les erreurs d'inhibition (comparaison nuit vs. caféine : $F(1,66) = 5.8$; $p < .05$), alors que la contre-mesure sieste ne diminuait pas les erreurs (comparaison nuit vs. sieste : $F(1,66) = 1.0$; n.s.).

Enfin, une tendance à l'interaction entre le type d'orientation attentionnelle, la condition et le moment a été observée ($F(3,66) = 2.4$; $p = .08$). Comme le montre la comparaison des 2 graphiques de la Figure 6, les effets présentés dans le paragraphe précédent concernant l'interaction entre la condition et le moment, ne s'observaient que pour la condition d'orientation attentionnelle exogène.

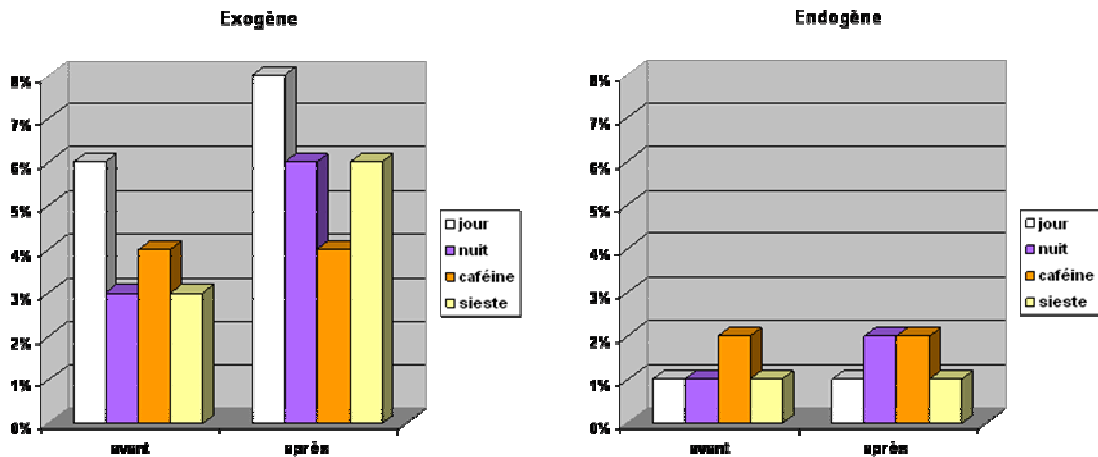


Figure 6 : Interaction entre le moment, la condition, et le type d'orientation de l'attention sur le pourcentage d'erreur d'inhibition de la réponse « no go ».

En effet, concernant l'orientation exogène, l'analyse des contrastes pour le moment « après » montrait que le taux d'erreurs d'inhibition diminuait entre la condition jour et la condition nuit ($F(1,66) = 8.5$; $p < .01$), et que ce taux était également significativement diminué dans la condition caféine relativement à la condition nuit ($F(1,66) = 8.1$; $p < .01$), mais qu'il n'était pas modifié dans la condition sieste relativement à la condition nuit ($F(1,66) < 1$).

Concernant l'orientation endogène, l'analyse des contrastes montrait que la privation était néfaste puisque le taux d'erreur d'inhibition tendait à augmenter entre les deux moments dans la condition de nuit ($F(1,66) = 3.5$; $p = .06$), et que cette augmentation des erreurs d'inhibition n'était pas réhabilitée par la caféine puisque le taux d'erreur n'était pas diminuée dans la condition caféine relativement à la condition nuit au moment « après » ($F(1,66) < 1$) mais qu'elle tendait à l'être par la sieste puisque le taux d'erreur tendait à décroître dans la condition sieste relativement à la condition nuit au moment « après » ($F(1,66) = 2.1$; $p = .15$).

En résumé, concernant l'inhibition

- Les processus inhibiteurs sollicités dans cette expérience (inhibition de la réponse en cas d'absence de cible –dans 30% des essais seulement-) sont plus difficiles à mettre en place lorsque l'indigage est périphérique que lorsqu'il est central. Ils sont très sensibles à l'entraînement.
- Les conducteurs matures tendent à avoir globalement une meilleure performance d'inhibition que les conducteurs jeunes
- Mais la privation, associée à la fatigue perturbe significativement l'inhibition, quel que soit l'âge du conducteur et aussi bien dans la condition d'orientation attentionnelle exogène et endogène.
- La caféine tend à les réhabiliter totalement en condition d'orientation exogène, mais pas la sieste, alors que cette dernière semble efficace pour réhabiliter l'inhibition en condition endogène.

2. L'ORIENTATION ATTENTIONNELLE

La seconde analyse de variance portait sur la variable dépendante TR (temps de réponse) aux réponses « go » correctes, et prenait comme variable intra-sujet le groupe (jeunes/matures) et comme variables inter-sujet la condition (jour / placebo / caféine / sieste), le moment (avant/après la conduite), l'indiciage (valide / neutre / non valide) et l'orientation de l'attention (exogène / endogène).

Par souci de simplification, nous présentons ici une analyse en sous-plan, sur le facteur orientation de l'attention, en montrant d'abord les résultats pour l'orientation exogène, puis pour l'orientation endogène.

2.1. L'orientation exogène de l'attention

L'analyse de variance portait sur la variable dépendante TR aux réponses « go » correctes en condition exogène, et prenait comme variable intra-sujet le groupe (jeunes/matures) et comme variables inter-sujet la condition (jour / placebo / caféine / sieste), le moment (avant/après la conduite), et l'indiciage (valide / neutre / non valide).

- Plan d'analyse : S12 <G2> * I3 * C4 * M2

2.1.1. Effets simples

Un effet tendanciel du groupe a été observé : les adultes matures tendaient à être plus lents que les jeunes adultes (respectivement, 335 ms vs. 312 ms ; $F(1,22) = 2.8$; $p=.10$), soit un ralentissement global de 22 ms, ce qui correspond à 7% de perte.

Le facteur « moment » avait un effet significatif sur le TR : les temps étaient globalement plus longs après l'épisode de conduite (332 ms) qu'avant (314 ms ; $F(1,22) = 17.2$; $p<.001$), soit un ralentissement de 18 ms, ce qui correspond à 6% de perte.

Un effet significatif du facteur condition a également été observé ($F(3,66) = 2.6$; $p = .05$) : des analyses complémentaires par contraste montraient plus particulièrement que les TR étaient globalement plus rapides à la session de jour (310 ms) qu'à la session de nuit avec placebo (329 ms ; $F(1,66) = 5.4$; $p <.05$), et que les conditions de nuit ne différaient pas entre elles (placebo contre caféine : $F(1,66) <1$, et placebo contre sieste : $F(1,66) <1$). L'effet d'apprentissage observé pour l'inhibition des réponses « no go » ne se retrouvait donc pas pour la rapidité aux réponses « go » dont la précision était déjà au plateau de performance (voir note 4). Au contraire, on observe un ralentissement global des réponses la nuit, qui n'est pas significativement réhabilité par les contre-mesures.

Enfin, un effet simple du facteur indiciage a été obtenu ($F(2,44) = 86.1$; $p < .001$) avec des temps de réponse plus rapides dans la condition valide (305 ms) que la condition neutre (320 ms), et des temps plus lents dans la condition non valide (344 ms). L'analyse des contrastes montrait que le bénéfice en condition valide (+ 15 ms, soit une accélération de 4% par rapport à la condition neutre) était significatif ($F(1,44) = 23.9$; $p < .001$), ainsi que le coût en condition non valide (- 24 ms, soit un ralentissement de 7% ; $F(1,44) = 65.5$; $p < .001$).

2.1.2. Effets d'interaction

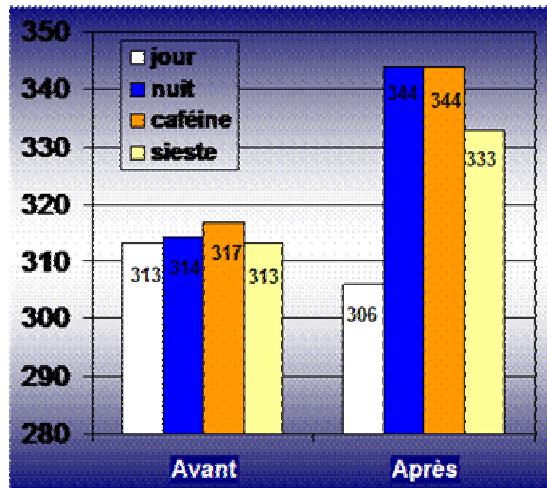


Figure 7 : Interaction entre le moment et la condition sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle exogène.

La Figure 7 présente l'interaction entre le moment et la condition ($F(3,66) = 6.6$; $p < .001$). L'analyse des contrastes montrait que le TR ne s'allongeait pas entre les 2 sessions (avant /après) dans la condition jour (-7 ms ; $F(1,66) < 1$), mais il augmentait significativement dans la condition nuit placebo ($+30$ ms, soit un ralentissement de 10% du TR ($F(1,66) = 33.4$; $p < .001$). En outre, relativement à la condition placebo, le TR était augmenté d'autant dans la condition caféine ($+27$ ms, soit 9% ; $F(1,66) < 1$), mais il tendait à être significativement moins augmenté dans la condition sieste ($+20$ ms, soit 6% ; $F(1,66) = 2.9$; $p = .09$).

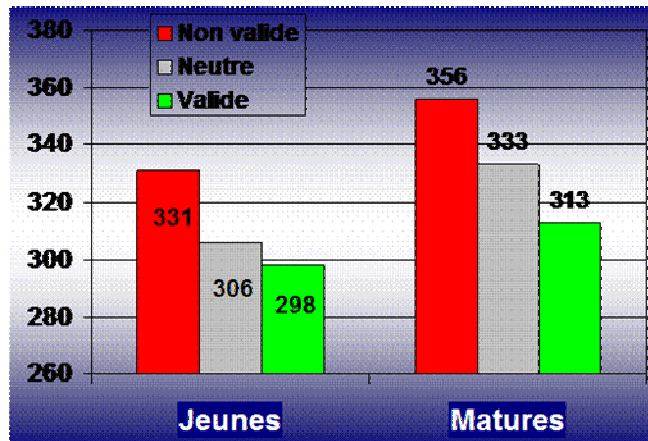


Figure 8 : Interaction entre le groupe et l'indicateur sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle exogène.

Comme le montre la Figure 8, une tendance à l'interaction entre les facteurs indicateur et groupe a été observée ($F(2,44) = 2.5$; $p = .09$). L'analyse des contrastes montrait en effet que le bénéfice était significativement plus faible chez les jeunes ($+8$ ms, soit une accélération de 2.6%) que chez les matures ($+20$ ms, soit 6.0%) et que le coût était équivalent dans les 2 groupes (-25 ms chez les jeunes, soit un ralentissement de 8.1%, contre -23 ms chez les matures, soit 6.9%).

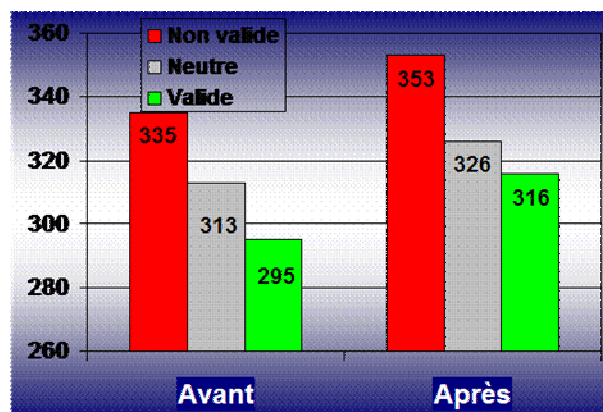


Figure 9 : Interaction entre le moment et l'indiciage sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle exogène.

Une tendance à l'interaction entre l'indiciage et le moment a aussi été obtenue ($F(2,44) = 2.8$; $p = .07$), comme le montre la Figure 9. L'analyse des contrastes révèle en effet que le bénéfice était diminué de moitié à la seconde session : il passait de +18 ms à la session avant la conduite (soit 6% d'accélération par rapport au temps neutre), à +10 ms à la session après la conduite (soit 3% d'accélération seulement). Le coût n'était par contre pas significativement modifié entre les deux sessions : il augmentait seulement très légèrement à la session d'après (-22 ms à la session d'avant, soit un ralentissement de 7% du temps neutre, contre -27 ms à la session d'après, soit 8%).

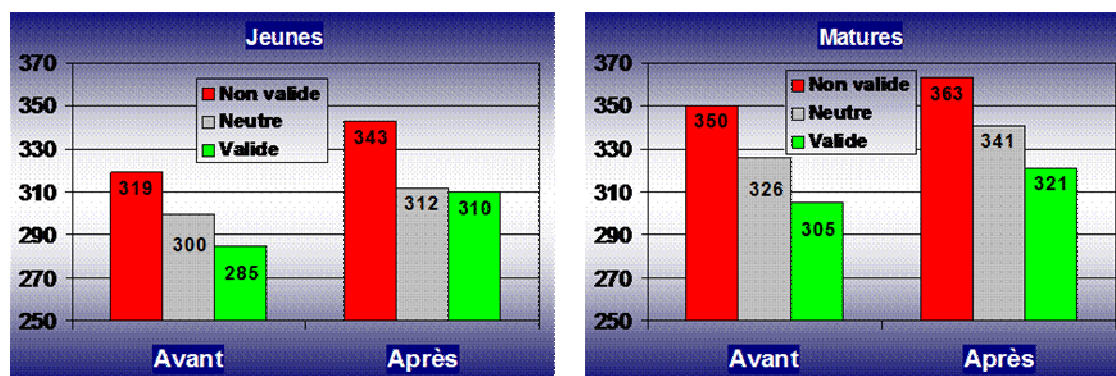


Figure 10 : Interaction entre le moment, l'indiciage et le groupe sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle exogène.

Les résultats montraient en outre une interaction double tendancielle entre le moment, l'indiciage et le groupe ($F(2,44) = 2,8$; $p = .07$). Des comparaisons spécifiques montraient en effet que l'orientation attentionnelle était affectée à la session 2 (après la conduite), seulement chez les jeunes. La comparaison des deux graphiques de la Figure 10 montre en effet que le bénéfice engendré par l'indiciage valide par rapport à l'indiciage neutre disparaissait totalement chez les jeunes entre la première et la seconde session (il passait de +15ms à +2ms), alors qu'il restait constant pour les conducteurs matures (il passait de +21 ms à +20 ms). De même, le coût était beaucoup augmenté chez les jeunes (il était presque doublé : il passait de -19 ms à -31 ms) alors qu'il restait constant chez les matures (-24 à -22 ms).

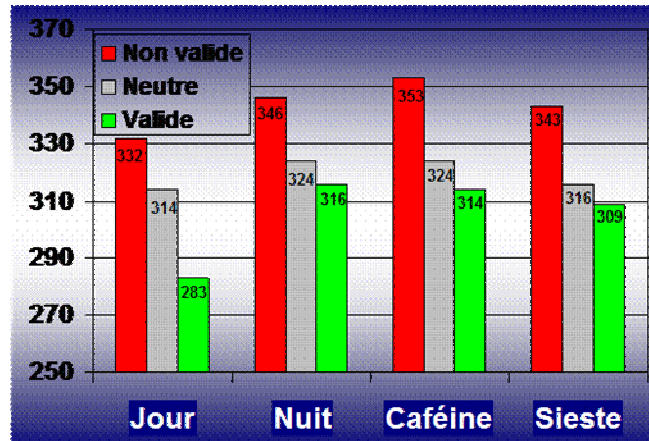


Figure 11 : Interaction entre la condition et l'indicateur sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle exogène.

Une interaction entre les facteurs indicateur et condition a aussi été trouvée ($F(6,132)=5.9$; $p<.001$), voir la Figure 11. La comparaison de la condition de jour et de nuit montrait en effet que, globalement, le bénéfice diminuait (de +31 ms à +8 ms) et le coût augmentait légèrement (de -18 ms à -22 ms) avec la privation de sommeil. La comparaison des deux contre-mesures à la condition de nuit montrait en outre qu'elles ne restauraient ni les bénéfices, ni les coûts (et qu'elles ne les dégradèrent pas non plus) : le bénéfice restait diminué (caféine : +8 ms et sieste : +7 ms) et le coût restait constant (caféine : -29 ms et sieste : -27 ms).

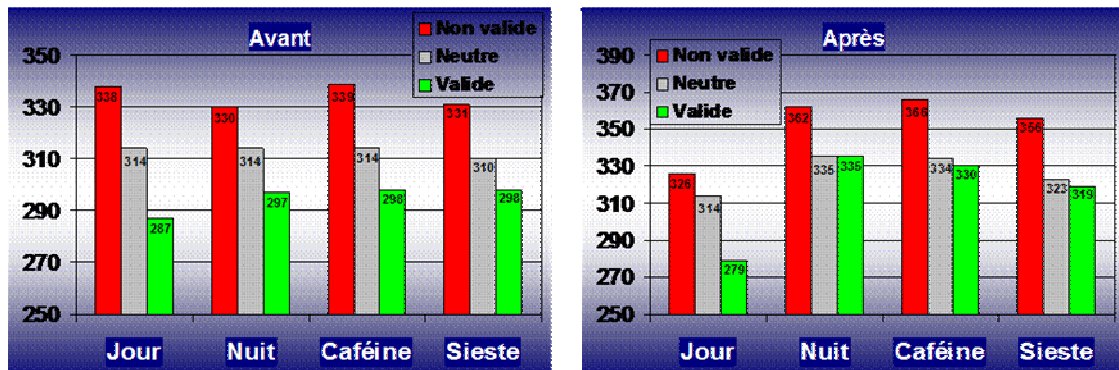


Figure 12 : Interaction entre la condition, l'indicateur et le moment sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle exogène.

Enfin, une interaction double entre les facteurs indicateur, condition et moment a été observée ($F(6,132)=2,7$; $p<.05$). Comme le montre le graphique de gauche de la Figure 12, il n'y a pas de différence des bénéfices et des coûts quelle que soit la condition (jour, nuit, caféine ou sieste) à la session avant la conduite, de façon évidente, puisqu'ils s'agit des conditions de base, sans privation de sommeil (à 23h45). En revanche, l'inspection du graphique de droite de la Figure 12 pour la session d'après, confirme ce qui avait été observé en moyenne au paragraphe précédent. La comparaison des conditions de jour et de nuit montre que le bénéfice disparaissait complètement (de +35 ms à +0 ms) et que le coût était plus que doublé (de -12 ms à -27 ms) avec la privation de sommeil. La comparaison des deux conditions de contre-mesures à la condition de nuit montre en outre qu'elles ne restauraient ni les bénéfices, ni les coûts

(et qu'elles ne les dégradent pas non plus) : le bénéfice restait absent (caféine : +4 ms et sieste : +4 ms) et le coût restait très augmenté (caféine : -32 ms et sieste : -33 ms).

En résumé, concernant l'orientation attentionnelle exogène

Les conducteurs jeunes ont des TR en moyenne plus rapides que les conducteurs plus âgés, mais leur orientation attentionnelle est significativement moins efficace (il bénéficient moins de l'indiciage valide, même le jour)

Pour les 2 groupes de conducteurs, le TR moyen est globalement ralenti par la privation de sommeil.

- L'orientation attentionnelle exogène est en outre très compromise par la privation de sommeil (le bénéfice disparaît complètement et le coût est plus que doublé), *seulement chez les jeunes*.

Chez les matures, l'orientation attentionnelle reste tout à fait efficace en situation de privation de sommeil (malgré l'augmentation globale de leur TR moyen).

Ni la caféine, ni la sieste ne réhabilite significativement l'orientation attentionnelle exogène, chez les jeunes, mais la sieste tend à réhabiliter le TR moyen, dans les 2 groupes.

2.2. L'orientation endogène de l'attention

De manière identique à ce qui a été fait pour l'orientation exogène, l'analyse de variance portait sur la variable dépendante TR aux réponses « go » correctes, en condition endogène cette fois, et prenait comme variable intra-sujet le groupe (jeunes/matures) et comme variables inter-sujet la condition (jour / placebo / caféine / sieste), le moment (avant/après la conduite), et l'indiciage (valide / neutre / non valide).

- Plan d'analyse : S12 <G2> * I3 * C4 * M2

2.2.1. Effets simples

Un effet significatif du facteur « moment » a été obtenu sur le TR : les temps étaient globalement plus longs après l'épisode de conduite (312 ms) qu'avant (294 ms ; $F(1,22) = 30.0$; $p < .001$), soit un ralentissement de 18 ms, ce qui correspond à 6% de perte.

Un effet simple du facteur indiciage a également été observé ($F(2,44) = 51.3$; $p < .001$) avec des temps de réponse plus rapides dans la condition valide (285 ms) que la condition neutre (312 ms) ou dans la condition non valide (310 ms). L'analyse des contrastes montrait que le bénéfice en condition valide (+ 27 ms, soit une accélération de 9% par rapport à la condition neutre) était significatif ($F(1,44) = 82.7$; $p < .001$), alors qu'il n'y avait pas de coût en condition non valide⁴ (+ 2 ms; $F(1,44) < 1$).

⁴ Cette absence de coût ne réplique pas ce que nous avons obtenu avec ce paradigme dans une situation de simple privation de sommeil (Delord et al., 2004). Nous ne trouvons pas d'explication évidente à ce rallongement des temps dans la condition neutre dans cette nouvelle étude, sauf deux variations de procédure (les carrés ont été conservés et la taille de la flèche augmentée).

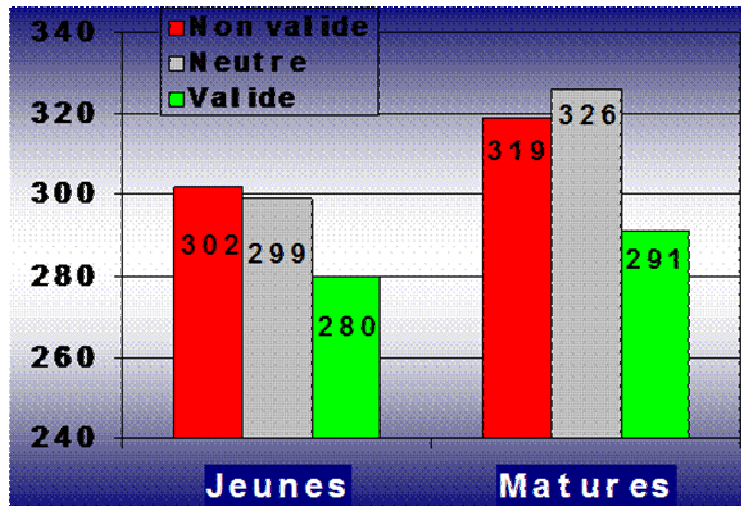


Figure 13 : Interaction entre le groupe et l'indiçage sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle endogène.

Comme le montre la Figure 13, une interaction significative entre les facteurs indiçage et groupe a également été observée ($F(2,44) = 3.9$; $p < .05$). L'analyse des contrastes montrait en effet que le bénéfice était significativement plus faible chez les jeunes (+19 ms, soit une accélération de 6%) que chez les matures (+35 ms, soit une accélération de 11%) et que le coût était absent dans les 2 groupes (-3 ms chez les jeunes et -7 ms chez les matures).

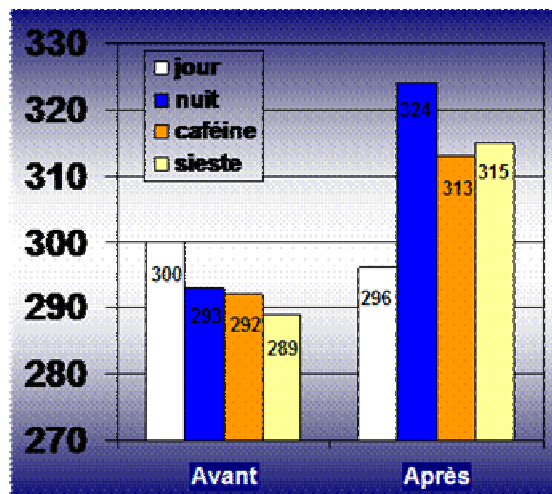


Figure 14 : Interaction entre le moment et la condition sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle endogène.

La Figure 14 présente l'interaction entre le moment et la condition ($F(3,66) = 10.6$; $p < .001$). L'analyse des contrastes montrait que le TR ne s'allongeait pas entre les 2 sessions (avant /après) dans la condition jour (-4 ms ; $F(1,66) < 1$), mais qu'il augmentait significativement dans la condition nuit placebo (+31 ms, soit un ralentissement de 11% du TR, $F(1,66) = 34.1$; $p < .001$). En outre, relativement à la condition placebo, le TR était significativement moins augmenté dans la condition caféine (+21 ms, soit 7% de ralentissement ; $F(1,66) = 4.9$; $p < .05$), mais il tendait à être

significativement moins augmenté dans la condition sieste (+ 26 ms, soit 9% ; $F(1,66)=3.7$; $p=.06$).

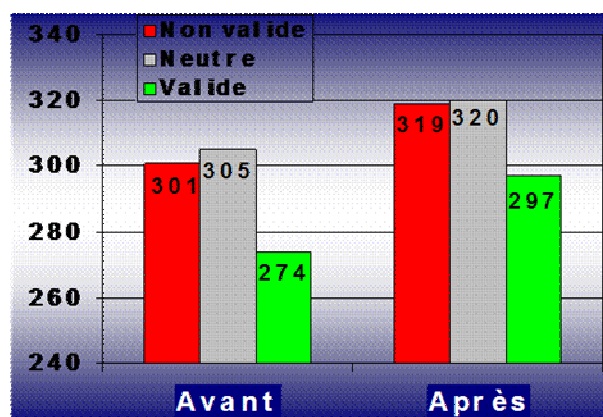


Figure 15 : Interaction entre le moment et l'indication sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle endogène.

Les résultats montraient aussi une tendance à l'interaction entre l'indication et le moment a aussi été obtenue ($F(2,44) = 2.4$; $p = .09$, voir Figure 15). L'analyse des contrastes révèle en effet que le bénéfice était diminué de moitié à la seconde session : il passait de +31 ms à la session avant la conduite (soit 10% d'accélération par rapport au temps neutre), à +23 ms à la session après la conduite (soit 7% d'accélération seulement). Le coût était absent aux deux sessions (respectivement, +4 ms et +1 ms).

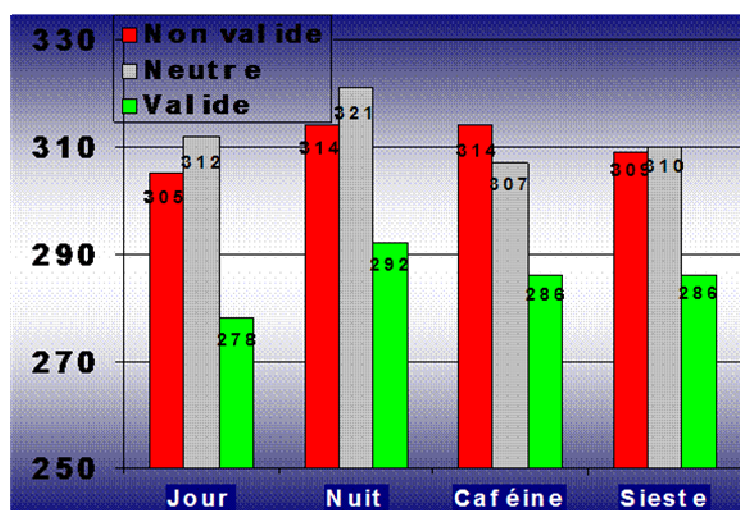


Figure 16 : Interaction entre la condition et l'indication sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle endogène.

Enfin, une interaction entre les facteurs indication et condition a été observée ($F(6,132)=1.9$; $p=.09$), comme cela est montrée dans la Figure 16.

La comparaison des performances dans la condition de jour et la condition de nuit montre que la condition nuit ralentit le TR dans les 3 conditions d'indication (- 9 ms en non valide, -9 ms en neutre et - 14 ms en valide par rapport à la condition jour). La comparaison des performances entre les trois conditions de nuit montre en outre que les deux contre-mesures, caféine et sieste, réhabilitent significativement le TR dans la

condition neutre seulement : pour la caféine, + 14 ms et pour la sieste + 11 ms, par rapport à la condition nuit.

La comparaison de la condition de jour et de nuit montrait en effet que, globalement, le bénéfice diminuait (de +31 ms à +8 ms) et le coût augmentait légèrement (de -18 ms à -22 ms) avec la privation de sommeil. La comparaison des deux contre-mesures à la condition de nuit montrait en outre qu'elles ne restauraient ni les bénéfices, ni les coûts (et qu'elles ne les dégradèrent pas non plus) : le bénéfice restait diminué (caféine : +8 ms et sieste : +7 ms) et le coût restait constant (caféine : -29 ms et sieste : -27 ms).

En résumé, concernant l'orientation attentionnelle endogène

Dans cette condition contrôlée, le TR global des jeunes et des matures est identique, mais l'orientation attentionnelle des jeunes est, là encore, globalement moins efficace que celles des matures

- L'orientation attentionnelle est affectée par la privation de sommeil (le bénéfice diminue de moitié), *seulement chez les jeunes*

Le TR moyen est également affecté par la privation.

La caféine et la sieste réhabilitent partiellement le TR moyen pour les 2 groupes de participants, mais ces 2 contre-mesures ne réhabilitent pas l'orientation attentionnelle chez les jeunes

CONCLUSION

1. LES EFFETS CUMULES DE LA FATIGUE ET DE LA PRIVATION DE SOMMEIL

Dans cette étude, on mesurait les effets cumulés de la privation et de la fatigue, puisqu'il n'y avait pas de condition de privation sans fatigue (i.e. sans l'épisode de 2 h de conduite). Par contre, dans une étude précédente en laboratoire, nous avons utilisé le même protocole en mesurant l'orientation attentionnelle toutes les 2 heures pendant une nuit entière de privation, sans fatigue, auprès d'adultes jeunes. Il sera donc possible de comparer une partie des conclusions de ces deux études.

L'ensemble des résultats de la nouvelle étude montre que la privation de sommeil **détérioré les processus d'inhibition**, quel que soit l'âge du conducteur et que le conducteur soit dans une condition d'orientation de l'attention automatique (exogène) ou plus contrôlée et intentionnelle (endogène). Par contre, l'âge du conducteur a une influence sur les capacités d'inhibition de départ : les adultes matures tendent à avoir une meilleure performance d'inhibition que les adultes jeunes. Mais quel que soit leur potentiel au départ, les capacités inhibitrices des deux groupes de conducteurs sont significativement affectées par la privation de sommeil. Le cumul de la fatigue à la privation de sommeil n'a pas eu d'influence sur la détérioration des processus d'inhibition, puisque déjà dans l'étude précédente, ces processus commençaient à être significativement détériorés à parti de 5 h du matin.

Nous avons également observé que la privation de sommeil **nuisait à l'attention soutenue**, que la condition d'orientation attentionnelle soit automatique ou contrôlée, pour les deux groupes de conducteurs : l'ensemble des participants était globalement ralenti dans la condition de nuit avec placebo relativement à la condition de jour.

Enfin, nous avons également démontré que la privation de sommeil **détérioré l'orientation attentionnelle, spécifiquement pour les conducteurs jeunes**. Pour ce groupe, l'orientation attentionnelle est complètement détruite dans la condition automatique alors qu'elle l'est seulement partiellement dans la condition contrôlée. En effet, les bénéfices disparaissaient en condition d'indication valide et les coûts étaient doublés en condition d'indication non valide. Il peut paraître surprenant qu'en condition de privation, l'indication non valide continue d'être perturbant, et l'est même davantage, pendant que l'indication valide n'aide plus du tout, alors que le participant ne sait évidemment pas au moment de la présentation de l'indice s'il va s'avérer valide ou non valide... Il s'agit en fait d'un déficit spécifique d'un des processus de l'orientation attentionnelle : le désengagement. Ce déficit peut être atteint spécifiquement comme cela a déjà été démontré par exemple dans la pathologie en neuropsychologie pour des patients hémi-négligents (Rafal, et Posner, 1987).

Nous avons observé que la détérioration des processus d'orientation attentionnelle chez les jeunes, concerne aussi bien les processus d'orientation attentionnelle automatiques que contrôlés, ce qui est nouveau par rapport à notre étude précédente dans laquelle seuls les processus d'orientation attentionnelle automatiques étaient atteints. Le cumul de la privation à la fatigue étend donc la détérioration aux processus plus contrôlés.

Enfin, cette nouvelle étude démontre que les processus d'orientation attentionnelle ne sont pas significativement affectés chez les conducteurs matures, qui continuent d'exploiter l'indication de façon tout à fait correcte, malgré l'augmentation globale de leur temps de réponse.

2. LA REHABILITATION PAR LES CONTRE-MESURES

Les contre-mesures ne majorent jamais les déficits des processus cognitifs liés à la privation de sommeil et à la fatigue. Au contraire, certaines de ces perturbations sont partiellement réhabilitées par les contre-mesures caféine ou sieste.

Tout d'abord, **l'épisode de sieste réhabilite l'inhibition et le temps de réponse global**, c'est-à-dire l'attention soutenue, que le participant soit dans une condition d'orientation attentionnelle automatique ou contrôlée. En revanche, **la caféine réhabilite l'inhibition, et aussi le temps de réponse global mais seulement lorsque le participant est dans une condition d'orientation attentionnelle contrôlée**. Enfin, pour ces deux processus, les deux contre-mesures sont **aussi efficaces pour les 2 groupes de conducteurs**.

En revanche, **ni l'une ni l'autre ne réhabilite l'orientation attentionnelle** chez les jeunes conducteurs dont les processus d'orientation attentionnelle, aussi bien automatiques que contrôlés, restent déficitaires dans les 3 conditions de nuit, malgré l'amélioration globale de leur TR moyen.

BIBLIOGRAPHIE

- Delord, S, Taillard, J., Valtat, C., Bioulac, B., Philip, P. (2004). Selective attention is impaired by sleep loss. Poster presented at the « European Sleep Research Society », Prague.
- Posner, M.I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 32, 3-25.
- Posner, M.I. & Raichle, M.E. (1998). Images of the brain. DeBoeck University.
- Rafal, R.D. et Posner, M.I. (1987). Deficits in human visual spatial attention following thalamic lesions. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 84, 7349-7353.
- Ruijter, J. , Lorist, M.M., Snel, J. & de Ruyter M.B. (2000). The influence of caffeine on sustained attention : an ERP study. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 66, 29-37
- Ruijter, J. , Ruijter, MB. Snel, J. & Lorist, M.M. (2000). The influence of caffeine on spatial-selective attention : an event related potential study. *Clinical Neurophysiology*, 111, 2223-33.
- Sanders, A.F. et Reitsma, W.D. Lack of sleep and covert orienting of attention. *Acta Psychologica*, 52, 137-145. 1

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Séquence d'évènements au cours d'un essai d'indication spatial exogène valide à gauche (la position de l'indice signale la position de la cible et engendre un bénéfice) et au cours d'un essai d'indication spatial endogène non valide (la position de l'indice signale la position opposée à la cible et engendre un coût).	7
Figure 2 : Les six conditions expérimentales pour chaque test attentionnel (orientation automatique exogène par surbrillance en haut et orientation contrôlée endogène par flèche en bas). Lorsque la cible (l'étoile) est présente (ligne 1 et 3), le sujet doit répondre et lorsqu'elle est absente (ligne 2 et 4), le sujet doit inhiber sa réponse. Il y a trois conditions d'indication (en colonne) : soit l'indice ne donne aucune indication sur la position de la cible (indication neutre), soit il indique la bonne position (indication valide), soit la mauvaise (indication non valide).	10
Figure 3 : Interaction entre le type d'orientation de l'attention et la condition sur le pourcentage d'erreur d'inhibition de la réponse « no go ».	13
Figure 4 : Interaction entre le type d'orientation de l'attention et le moment sur le pourcentage d'erreur d'inhibition de la réponse « no go ».	13
Figure 5 : Interaction entre le moment et la condition sur le pourcentage d'erreur d'inhibition de la réponse « no go ».	14
Figure 6 : Interaction entre le moment, la condition, et le type d'orientation de l'attention sur le pourcentage d'erreur d'inhibition de la réponse « no go ».	15
Figure 7 : Interaction entre le moment et la condition sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle exogène.	17
Figure 8 : Interaction entre le groupe et l'indication sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle exogène.	17
Figure 9 : Interaction entre le moment et l'indication sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle exogène.	18
Figure 10 : Interaction entre le moment, l'indication et le groupe sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle exogène.	18
Figure 11 : Interaction entre la condition et l'indication sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle exogène.	19
Figure 12 : Interaction entre la condition, l'indication et le moment sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle exogène.	19
Figure 13 : Interaction entre le groupe et l'indication sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle endogène.	21
Figure 14 : Interaction entre le moment et la condition sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle endogène.	21
Figure 15 : Interaction entre le moment et l'indication sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle endogène.	22
Figure 16 : Interaction entre la condition et l'indication sur le TR dans la condition d'orientation attentionnelle endogène.	22

ANNEXES

Annexe 1

Performances individuelles des 24 participants à l'expérience sur les 3 variables dépendantes (% d'inhibition, % d'erreur « go » et TR moyen pour les réponses « go » correctes)

	Groupe	% erreur "no go"	% erreur go	TR moyen (« go » correct)
s1	jeunes	0,2%	0,0%	348
s2	jeunes	0,9%	0,1%	323
s3	jeunes	3,2%	0,2%	306
s4	jeunes	6,3%	0,1%	288
s5	jeunes	3,3%	0,6%	274
s6	jeunes	8,6%	0,4%	320
s7	jeunes	4,7%	0,1%	286
s8	jeunes	8,6%	0,0%	230
s9	jeunes	1,5%	0,0%	277
s10	jeunes	0,9%	0,0%	289
s11	jeunes	6,8%	0,8%	354
s12	jeunes	2,1%	0,0%	342
s13	matures	2,2%	0,0%	334
s14	matures	0,8%	0,1%	343
s15	matures	2,4%	0,5%	355
s16	matures	0,2%	0,0%	310
s17	matures	1,3%	0,0%	347
s18	matures	2,5%	0,0%	312
s19	matures	5,8%	1,9%	361
s20	matures	2,5%	0,0%	291
s21	matures	4,1%	0,0%	266
s22	matures	2,5%	0,0%	321
s23	matures	2,8%	1,2%	284
s24	matures	2,7%	0,2%	358
	moyenne	3,2%	0,3%	313
	écart-type	2,4%	0,5%	35
	min	0,2%	0,0%	230
	max	8,6%	1,9%	361



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

Aspects attentionnels et cognitifs

Sandrine DELORD, Michèle MOESSINGER, André CHARLES

Introduction

Cette étude vérifie l'impact, sur la capacité d'orientation de l'attention, de la prise de caféine ou d'une courte sieste chez des sujets en privation de sommeil. Le maintien d'un état de vigilance est primordial chez le conducteur puisqu'il conditionne le fonctionnement du système cognitif. Cependant, que le conducteur soit vigilant n'est pas une condition suffisante permettant d'assurer la tâche de conduite en toute sécurité, encore faut-il s'assurer du fonctionnement optimal du système attentionnel. En raison des limitations de notre système visuel et de notre système attentionnel, nous ne prêtons attention qu'à une partie de l'espace à la fois. Notre attention va s'orienter sur telle partie de la scène ou sur telle autre en fonction d'événements externes à l'observateur (orientation exogène) ou bien en fonction d'événements internes à l'observateur qui décide volontairement d'orienter son attention sur une partie de l'espace (orientation endogène). L'orientation correcte de l'attention sur une zone de l'espace va engendrer un traitement plus rapide des événements qui se produisent dans cette zone (un bénéfice) alors que qu'une orientation erronée engendre un traitement plus lent (un coût). Nous avons montré que la privation de sommeil engendrait un déficit de ce type d'attention sélective, l'attention visuo-spatiale (Delord, S. & al, 2004) : les bénéfices liés à la focalisation attentionnelle disparaissent et les coûts augmentent dès les premières heures de privation (dès 3 h du matin), d'abord dans la condition d'orientation exogène de l'attention.

Hypothèse

La consommation de caféine ou une courte sieste permettent d'annuler les effets liés à la privation de sommeil en restaurant les processus attentionnels (orientation endogène et exogène de l'attention, processus d'inhibition). Si c'est le cas, ces contre-mesures devraient permettre d'empêcher les bénéfices de l'orientation attentionnelles de diminuer et les coûts de s'accroître et empêcher les erreurs d'inhibition d'augmenter au cours de la nuit.

Protocole

- ° 32 hommes sains 20/25 et 40/45ans
- ° Kilométrage annuel <10et 20 000>
- ° Exempt de toute pathologie du sommeil
- ° Permis > 2 ans
- ° Trajet de 200 km, sur autoroute, en situation réelle de trafic
- ° Les sujets conduisent dans 4 conditions, randomisées :

Les conditions

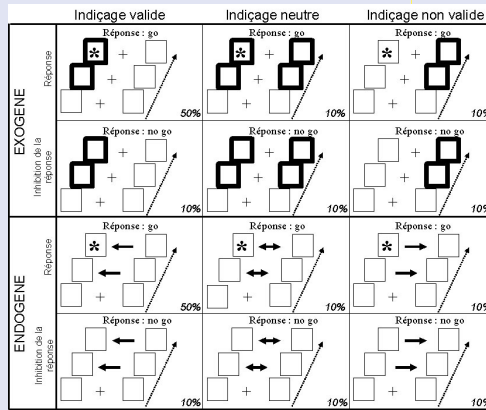
- Conduite de jour – condition reposé (18-19h30)
- Conduite de nuit + 200mg caféine
- Conduite de nuit + placebo
- Conduite de nuit + sieste 30min.
- Conduite de nuit : 2h-3h30
- Les traitements sont donnés 30 min. Avant le début de la conduite

Les tests de l'attention sont faits avant et après chaque épisode de conduite, soit en journée à 16h et à 20 h, la nuit à 23h45 et à 4h20.

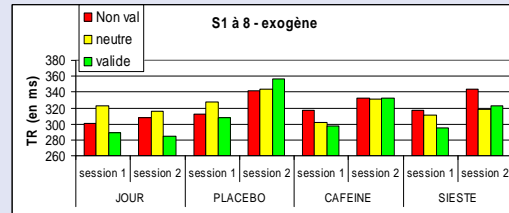
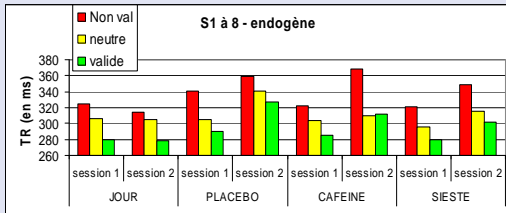
390 essais, 5 blocs de 78 essais chacun. La moitié avec indicage exogène, l'autre moitié avec indicage endogène.

Tâche du sujet

A chaque essai, le sujet doit détecter la présence d'une petite croix (peut importe qu'elle apparaisse à droite ou à gauche) le plus rapidement possible en appuyant sur un bouton-réponse si la croix est présentée (elle l'est dans deux tiers des essais) et en inhibant son appui si aucune croix n'est présentée (tâche « go/no go »).



Les six conditions expérimentales pour chaque test attentionnel (orientation automatique exogène par surbrillance en haut et orientation contrôlée endogène par flèche en bas). Le stimulus (l'étoile) est présent (ligne 1 et 3) et le sujet doit répondre ou bien il est absent (ligne 2 et 4) et le sujet doit inhiber sa réponse. Il y a trois conditions d'indication (en colonne) : soit l'indice ne donne aucune indication sur la position de la cible (indication neutre), soit il indique la bonne position (indication valide), soit la mauvaise (indication non valide).



Premiers résultats

- ° augmentation globale des TR à la session 2,
- ° la caféine semble nuire à l'orientation attentionnelle (les bénéfices ont disparus).
- ° la sieste amène aussi une certaine restauration du TR global, mais n'a en revanche pas d'effet nuisible sur l'orientation de l'attention, puisque les bénéfices et les coûts sont préservés.

Globalement, les effets observés sont différents de ceux obtenus dans nos expériences précédentes (en simple privation) puisqu'il n'y a pas de coût, même lors de la session de jour. Si l'on prend en compte seulement la condition neutre et la condition valide, on observe par contre que, conformément à ce que nous observions précédemment, le bénéfice disparaît avec la privation de sommeil. La comparaison des trois conditions de nuit montre en outre que le bénéfice n'est restauré ni par la caféine, ni par la sieste.



Résultats provisoires qui doivent être complétés par un effectif suffisant de sujet, et validés par une analyse statistique



Laboratoire de Psychologie EA 3662, Université Bordeaux 2

