Étude rétrospective de l'utilisation des substances modifiant la vigilance (caféine à libération prolongée et zolpidem) chez le personnel navigant de la base aérienne 172 de N'Djamena (Tchad) durant les cinq premiers mois de l'opération « Serval »

K. Cocquempot[a], F. Sauvet[b], L. Vitiello[c], D. Gras[d], A. Michaud[e], L. Gros[a]

a Centre médical des armées Saint-Dizier-Chaumont, BP 52 – 52102 Saint-Dizier Cedex.
b Unité fatigue et vigilance, département neurosciences et contraintes opérationnelles, IRBA, BP 73 – 91223 Brétigny-sur-Orge Cedex.
c Base aérienne 102, BP 60119 – 21092 Dijon Cedex 9.
d Centre médical des armées de Cazaux, BP 70413 – 33164 La Teste Cedex.
e Centre médical des armées de Mont-de-Marsan, 1061 avenue du Colonel Rozanoff – 40118 Mont-de-Marsan Cedex.

Résumé

La caféine est le psychostimulant le plus utilisé en contexte opérationnel. Une forme galénique, appelée « caféine à libération prolongée » (caféine LP) a montré des effets favorables sur la vigilance et le maintien des performances dans un contexte de perturbations du rythme veille/sommeil. Elle a été utilisée pour la première fois par le personnel navigant de l'armée de l'Air lors de l'opération « Harmattan » en 2011. La caféine LP a de nouveau été proposée aux pilotes de chasse pour les vols longue durée lors de l'opération « Serval » (2013) en complément des autres contre-mesures de la fatigue opérationnelle. Les vols étaient d'environ huit à dix heures et nécessitaient plusieurs ravitaillements en vol. Les effets subjectifs rapportés par les utilisateurs rapportaient des effets favorables sur la vigilance, le maintien de la performance et une bonne tolérance. L'intérêt de la caféine LP est réel et les retours d'expérience lors d'opérations soutenues confortent le bénéfice de son utilisation par rapport aux autres substances psychostimulantes comme les amphétamines dont l'usage est interdit en France. Le rôle du médecin chargé du personnel navigant est essentiel lors de ces opérations.

Mots-clés : Caféine LP. Contre-mesures de la fatigue. Performance. Vigilance. Zolpidem.

Abstract

RETROSPECTIVE STUDY ON THE USE OF VIGILANCE MODIFYING SUBSTANCES (SLOW-RELEASE CAFFEINE AND ZOLPIDEM) BY CREW MEMBERS OF AIR FORCE BASE 172 IN N'DJAMENA (CHAD) DURING THE FIRST 5 MONTHS OF SERVAL OPERATION.

Caffeine is the most widely used psycho-stimulant during French operations. A galenic form called "Slow-Release" caffeine (SR caffeine) has shown a positive effect on vigilance and performance restoration after sleep deprivation or circadian disruption. It was used for the first time by crewmembers of the French Air Force during sustained air operations over Lybia in 2011. SR caffeine was also proposed to the fighter pilots for longer missions over Mali during Serval operation (2013) in addition to other fatigue countermeasures. These flights were generally eight to ten hours long and required refueling several times in mid air. The subjective effects reported by users reveal positive effects on vigilance and performance, and a good tolerance. The advantages of SR caffeine are real and positive feedbacks during sustained operations seem to indicate that it is a great alternative to other psycho-stimulants such as amphetamines or eugregorics. . The flight surgeon's role of adviser is most important.

Keywords: Fatigue countermeasures. Performance. Slow-release caffeine. Vigilance. Zolpidem.

K. COCQUEMPOT, médecin, praticien des armées. F. SAUVET, médecin en chef, praticien confirmé. L. VITIELLO, médecin en chef, praticien confirmé. D. GRAS, médecin en chef praticien confirmé. A. MICHAUD, médecin principal, praticien des armées. L. GROS, médecin en chef praticien confirmé.
Correspondance : Monsieur le médecin K. COCQUEMPOT, Centre médical des armées Saint-Dizier-Chaumont, BP 52 – 52102 Saint-Dizier Cedex.
E-mail : k.cocquempot@gmail.com

Opération « Serval »

Le 11 janvier 2013, les autorités maliennes demandent l'aide à la France afin de stopper la progression de groupes terroristes en direction de la capitale Bamako. En quelques heures, sur décision du Chef de l'État,

des raids aériens menés par les Mirage 2000D à partir de la base aérienne (BA 172) du Tchad combinés à un raid d'hélicoptères de l'aviation légère de l'armée de Terre (ALAT) permettent de freiner cette progression. Le 13 janvier, quatre Rafale décollent de la BA 113 de Saint-Dizier pour un raid de plus de 6 000 km avec une vingtaine d'objectifs. Accompagnés par trois ravitailleurs C-135 FR, le vol dure plus de 9 heures. Cette mission de bombardement du Rafale est historique par son allonge, sa durée et l'illustration de la capacité de projection de la puissance aérienne.

Les missions opérationnelles furent menées 7 jours sur 7, de jour comme de nuit avec une durée moyenne des vols de 8 heures pour les chasseurs et, entre 7 et 10 heures pour les transporteurs tactiques et stratégiques. Ces missions peuvent être qualifiées de « continues » (1), moins intenses que les missions dites « soutenues » mais d'une durée plus longue avec un rythme activité – repos perturbé. Le personnel navigant travaille en horaires décalés, avec des possibilités de sommeil souvent limitées et éparses sur le nycthémère, engendrant ainsi une fatigue opérationnelle importante.

La fatigue

Fatigue opérationnelle du Personnel navigant (PN)

L'environnement aéronautique est un environnement difficile pour l'être humain ; il est source de nombreuses contraintes :

– les contraintes mentales induites par une sollicitation sensorielle importante, notamment visuelle (recherche de cibles au sol, accommodation permanente entre les écrans de visualisation de l'aéronef et l'extérieur, ravitaillement en vol, port de Jumelles de vision nocturne (JVN),…) et auditive (bruits de la cabine et des communications) ;

– l'immobilité prolongée pour les vols longue durée, les accélérations, l'hypobarie, la faible hygrométrie et l'étroitesse des cabines sont autant de facteurs induisant un travail musculaire et cardio-pulmonaire importants. L'équipement des PN chasse comporte vêtements anti-G, gilet de combat, arme et JVN, représentant près de 15 kg de matériel. Le facteur thermique est également à prendre en compte, lors du début de la mission « Serval », les températures au sol avoisinaient les 40 °C à l'ombre.

La pression psychologique fait partie du quotidien des PN. Cette pression est exacerbée en contexte opérationnel avec une volonté accrue d'atteindre les objectifs fixés mais également la crainte de dommages collatéraux ou de tirs fratricides. L'éjection en territoire hostile comme le ravitaillement en vol sur les tankers français ou alliés sont également des sources de stress supplémentaire. Quant aux transporteurs, le survol quasi-quotidien de territoires hostiles, le poser d'assaut, le largage de parachutistes, de matériels ou de vivres pour les soldats au sol sont des situations à forte pression psychologique, induisant une fatigue mentale importante.

Les perturbations des rythmes veille-sommeil sont fréquentes durant l'opération « Serval ». L'alternance des missions de jour et de nuit, les temps de préparation de mission et de retour de mission, l'excitation des missions, l'enchaînement des détachements du PN sur l'année sont autant de facteurs favorisant un sommeil de mauvaise qualité.

Les modifications de la nutrition lors des vols longue durée, les horaires décalés du PN induisent une alimentation et une hydratation déstructurées (sandwichs,…).

La particularité des vols chasse de l'opération « Serval » : le transit était d'environ 2h. Sur un vol de 8h en moyenne, la moitié de la durée était du transit avec un faible trafic aérien et peu de communications radio (désert). Ceci engendrant une monotonie des vols et un risque majeur de baisse d'attention et de performance.

La fatigue est le résultat d'un épuisement des ressources physiques et/ou mentales, susceptible d'induire une dégradation des niveaux de vigilance (maintien de l'éveil) et de performance, et de mettre en jeu la sécurité aérienne et la réussite de la mission (2). Environ 75 % des accidents aériens sont imputables à des erreurs humaines dont 21 % des erreurs de pilotage sont liées à la fatigue (3).

La fatigue est une plainte fréquente parmi le PN. En contexte opérationnel, le médecin chargé du PN doit être vigilant à la fatigue des équipages qui peut être masquée par la forte motivation ou par le manque de sensibilité des méthodes d'évaluation des performances, ces derniers permettant le maintien des capacités malgré une sensation de fatigue. Il est cependant difficile d'avoir un diagnostic objectif de la fatigue.

Plusieurs actions sont à mener par le médecin en charge du PN et le commandement afin de limiter la fatigue opérationnelle du PN et ainsi, préserver la sécurité des vols.

Stratégies de lutte contre la fatigue

Les stratégies de lutte contre la fatigue opérationnelle du PN sont individuelles, collectives (niveaux escadron et commandement), comportementales, réglementaires (Répertoires d'emploi de la chasse (REAC) et du transport (REAT), IP 110 pour l'Aéronavale,…) et médicales (visites, substances modifiant la vigilance). Elles visent à rétablir une chronobiologie menacée par les contraintes.

Avant chaque départ en opérations extérieures, le PN bénéficie d'une consultation permettant au médecin chargé du PN d'évaluer l'état initial de fatigue, d'appréhender les particularités de la mission, et ainsi de pouvoir proposer des conseils pour une récupération optimale et des tests au sol pour une éventuelle utilisation des substances modifiant la vigilance.

En contexte opérationnel, des visites médicales réglementaires sont prévues, en fonction du type d'aéronefs, aux termes d'un certain nombre d'heures de vol. Ces visites, appelées communément « visite de dépassement d'heures » permettent au médecin du PN d'évaluer l'état de fatigue du PN et d'ajuster, en accord

avec le commandement, le rythme de vol du PN pour préserver la sécurité aérienne.

La gestion du sommeil et du repos du PN nécessite la connaissance de son rythme veille/sommeil et des possibilités de récupération à court terme avec les micro-sommeils *« naps »* d'une durée de vingt minutes et les siestes, dont la durée est de deux ou trois heures. L'utilisation du logiciel CYCL'OPS pour la gestion du sommeil est à promouvoir.

Une alimentation et une hydratation adaptées et équilibrées doivent être de rigueur. Lors des vols de longue durée, une hygiène alimentaire stricte doit être respectée afin de limiter les risques de survenue de troubles digestifs en vol.

La gestion des problèmes de posture est de la responsabilité individuelle. Chaque PN est encouragé à suivre un programme de préparation physique spécifique (renforcement musculaire, gain en souplesse, aide à la gestion du stress). Les efforts prolongés, générateurs de courbatures et les sports à risque traumatologique élevé sont à éviter les jours précédents les vols.

Le développement des Techniques d'optimisation du potentiel (TOP) a permis d'appréhender les situations à risque, de diminuer les réactions psychologiques négatives du PN et d'optimiser la récupération et l'endormissement en contexte opérationnel.

Les substances modifiant la vigilance

Plusieurs substances modifiant la vigilance ont fait l'objet d'études, voire d'une utilisation opérationnelle. D'une part, il existe des substances permettant le maintien de la vigilance (psychostimulants). Les amphétamines appelées « Go-pills » sont encore utilisées ce jour par les forces américaines malgré la potentialité de graves effets secondaires cardio-vasculaires (tachycardie), végétatifs (hyperthermie, risque de coup de chaleur) et neurologiques (altération du sommeil récupérateur, tolérance et syndrome de sevrage) (4). Ces substances stimulantes ont été utilisées en contexte opérationnel par l'*US Air Force (Desert Shield, 1991)* afin de pallier les micro-sommeils et la baisse des performances des pilotes lors des phases froides des missions de combat aérien (5). Dans les forces françaises, seule la caféine à libération prolongée (Caféine LP) est autorisée. Le modafinil (molécule eugrégorique) est exclusivement réservé aux situations particulières de survie du PN, permettant de maintenir ses performances psychomotrices et cognitives pendant 48 heures.

D'autre part, il existe des substances facilitant un sommeil réparateur (hypnotiques). La première utilisation opérationnelle de ce type de substance a été rapportée par Nicholson avec la prescription de benzodiazépine (témazépam) aux pilotes anglais impliqués dans la guerre des Malouines en 1982 (6). En France, seul le zolpidem est autorisé.

Caféine LP

La caféine, base xanthique la plus consommée dans le monde, a connu un regain d'intérêt dans le domaine de la recherche dans les années 1990. L'effet éveillant et psychostimulant de la caféine est en partie due à son action antagoniste sur les récepteurs adénosinergiques A1 du système nerveux central (noyau caudé), permettant un allongement du délai d'endormissement et une réduction de la durée du sommeil profond. Les effets secondaires (tachycardie, palpitations,…) sont essentiellement dus à une consommation excessive, par une mobilisation trop importante du calcium intra-cellulaire, diminuant le seuil d'excitabilité et l'allongement de la période active de la contraction des muscles squelettiques et du myocarde.

Une nouvelle forme galénique, la caféine à libération prolongée (LP) a été mise au point par la Pharmacie centrale des armées au profit des armées (PCA) (7).

La caféine LP ralentit l'absorption digestive et assure un taux plasmatique efficace pour obtenir un effet stimulant prolongé sans atteindre le seuil plasmatique auquel apparaissent les effets indésirables. La dose de 300 mg a le meilleur rapport bénéfice/risque et est efficace pendant 8 à 10 heures, contrairement à l'effet rapide de deux tasses de café type expresso (fig. 1).

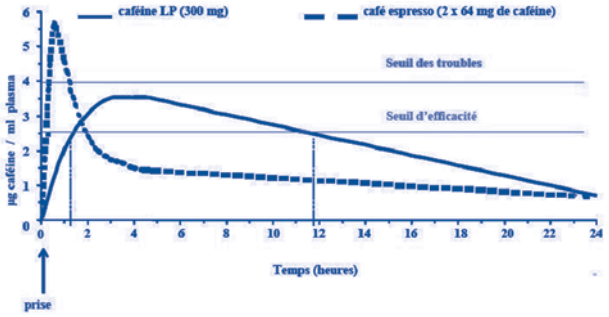


Figure 1. Pharmacocinétique de la caféine LP 300.

Lagarde et al. (8) ont montré le maintien de la vigilance, des performances cognitives et un sentiment de bien-être grâce à l'utilisation de la caféine LP lors de privations de sommeil allant de 34 à 64 heures ainsi qu'un effet chronobiotique en favorisant la resynchronisation des rythmes hormonaux (9). L'effet psychostimulant est comparable à la prise de 200 mg de modafinil lors d'un travail continu de 18 heures, en horaire décalé et permet une meilleure réponse en cas de privation de sommeil (10).

En contexte opérationnel, le seul retour d'expérience de la caféine LP est son utilisation par les pilotes de chasse (11) et les équipages sur Awacs (12) lors de l'opération « Harmattan ».

Les effets indésirables rapportés expérimentalement sont principalement cardiovasculaires (palpitations, tachycardie) et neuropsychiques (tremblements des extrémités, anxiété). Cependant, ils sont peu fréquents chez des sujets sans privation de sommeil (13). Lors de l'opération « Harmattan », les effets indésirables sont un peu plus fréquents, pouvant s'expliquer par une population plus fatiguée avec un stress opérationnel

accru, et par l'utilisation d'un questionnaire orienté sur les symptômes ressentis. Les troubles digestifs (épigastralgies, accélération du transit, nausées) sont les plus rapportés devant les troubles cardiovasculaires (2 %), la gêne visuelle (2 %) et l'augmentation de la diurèse (11).

Zolpidem

Plusieurs raisons justifient l'utilisation des hypnotiques en contexte opérationnel : les conditions de repos ne sont pas optimales (bruit, chaleur, inconfort), l'état du PN est incompatible et non favorable à un sommeil (excitation, appréhension, anxiété) ou encore les possibilités d'endormissement sont en dehors des portes du sommeil où celui-ci est facilité.

Plusieurs études dont celle de Seidel, et al. (14) ont démontré l'utilité des hypnotiques à court délai d'action dans le changement brutal de l'agenda du sommeil « *shift work* ». Ces molécules permettent une diminution de la dette de sommeil et facilitent un sommeil réparateur.

Le zolpidem de 10 mg est le choix optimal pour des durées de sommeil inférieures à 8 heures. Compte tenu de sa demi-vie courte (2,5 heures) et d'une durée d'action de 6 heures, cette molécule est intéressante en cas de sommeil écourté ou de sommeil diurne (effet inducteur de sommeil), et ne présente pas d'inertie hypnique importante au réveil. Son utilisation prolongée n'entraîne que peu d'effets secondaires (étude en contexte opérationnel dans l'*US Army* (15)) et exceptionnellement une dépendance (16).

Modalités d'emploi en contexte opérationnel

L'instruction ministérielle n° 744 du 31 mars 2008 relative à l'utilisation des substances modifiant la vigilance en opérations (17) régit l'utilisation des molécules utilisables, leurs modalités d'autorisation d'emploi et leur prescription.

Avant de proposer toute aide de type pharmacologique, la chaîne de commandement fait mettre en œuvre des mesures afin de prévenir la fatigue opérationnelle (méthodes ergonomiques et organisationnelles). Si ces mesures s'avèrent inefficaces ou inapplicables, le commandement à l'échelon national (Commandement des forces aériennes – CFA) ou local (COMANFOR) peuvent décider d'autoriser l'utilisation de substances pharmacologiques comme contre-mesure supplémentaire. Le Service de santé des armées (SSA) définit les conditions d'utilisation en opération de la caféine LP et du zolpidem. Le médecin, conseiller du commandement, prend en charge la prescription s'appuyant sur la charte d'emploi de ces substances notamment en ce qui concerne la délivrance de l'information, le recueil du consentement et la réalisation d'un essai préalable.

Avant toute prise de substance modifiant la vigilance, le combattant doit avoir reçu une information sur la nature des produits et avoir donné son consentement écrit à l'occasion d'un essai préalable. Tout militaire reste libre de refuser la prise de substances modifiant la vigilance. La traçabilité, à la charge du médecin, est réalisée par l'inscription des résultats de l'essai préalable sur le livret médical ainsi que de la nature et des posologies des substances ingérées. En cas d'effet secondaire ou indésirable, le médecin le notifiera dans le dossier médical et la poursuite de son utilisation sera discutée.

Cas de l'opération « Serval »

Dès le déclenchement de l'opération « Serval », une décision du CFA autorisait l'utilisation de substances modifiant la vigilance à tout le PN chasse des bases aériennes de Saint-Dizier, Nancy, Mont-de-Marsan et Al Dhafra (Émirats Arabes Unis). Pour le PN transport et les opérateurs de drones « Harfang », une décision du Commandant de la BA 172 autorisait son utilisation.

Le médecin du PN de la BA 172 a recensé le PN du détachement chasse (Mirage F1 et Rafale), du Groupement de transport opérationnel (C130 et C160) et du détachement des Forces aériennes stratégiques (C135) ayant déjà réalisé l'essai au sol, préalable à l'utilisation de substances modifiant la vigilance. Le PN, n'ayant pas réalisé l'essai au sol, a eu la possibilité de réaliser le test préalable après un entretien individuel.

Étude

Cadre de l'étude

En accord avec l'Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA), les objectifs de cette étude étaient multiples :

- avoir un retour d'expérience d'une utilisation de la caféine LP 300 et du zolpidem en contexte opérationnel par le PN de l'opération « Serval » car le seul retour d'expérience en contexte opérationnel existant provenait de l'opération « Harmattan » ;
- permettre de montrer au PN a posteriori leur gestion de la fatigue, de la vigilance et du sommeil en contexte opérationnel ;
- proposer des améliorations sur la prise en charge de la gestion de la fatigue du PN.

Matériels et méthodes

Sujets

Tous PN (pilotes, navigateurs officiers systèmes d'armes, mécaniciens navigants et opérateurs de ravitaillement en vol) des détachements chasse (DETCHASSE), FAS (DETFAS) et groupement opérationnel de transport (GTO), ayant participé aux missions de l'opération Serval entre le 13 janvier et le 10 juin 2013 ont été inclus dans l'étude.

Aéronefs

Seuls les équipages des aéronefs présents en permanence sur la BA 172 ont été inclus dans l'étude. Les équipages des aéronefs de passage ou n'effectuant pas de missions pour l'opération « Serval » en ont été exclus.

Questionnaire

Un questionnaire (annexe 1) simple, rapide à compléter et anonyme, a été remis à chaque PN en fin de mandat quittant la BA 172. Une information collective avait été donnée aux différents détachements afin d'exposer les objectifs de l'étude et comment remplir ce questionnaire. Chaque PN restait libre de le compléter. Les questionnaires étaient centralisés par les secrétaires opérations des différents détachements et remis au médecin du PN pour l'exploitation des données.

Le questionnaire comporte plusieurs parties :

– Effectifs ;
– Contexte de vol ;
– Conditions de vie et de repos ;
– Prise d'hypnotiques ;
– Prise de Caféine LP ;
– Information sur la gestion de la fatigue.

Résultats

Description de la population étudiée

– Effectifs

Sur les 141 PN présents sur la BA 172 pour l'opération Serval, 110 PN ont répondu aux questionnaires, soit un taux de participation de 78 %. L'âge moyen est de 33,7 ans (écart-type = 4,5). Les pilotes représentaient 64,5 % des sujets, les navigateurs officiers systèmes d'armes (NOSA) 20,9 %, les mécaniciens navigants 10,9 %, les opérateurs de ravitaillement en vol 2,7 %.

– Activité aéronautique (fig. 2, 3)

Le PN chasse représentait 51,8 % des sujets contre 48,2 % pour le PN transport.

Le nombre moyen de vols pour le PN chasse est de 10,27 ± 3,45 et le nombre moyen d'heures de vol durant le mandat pour le PN chasse est de 58,52 ± 16,05 heures.

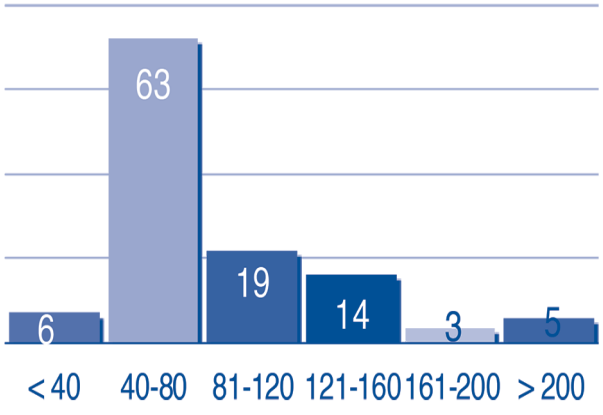


Figure 2. Nombre d'heures de vol durant le mandat.

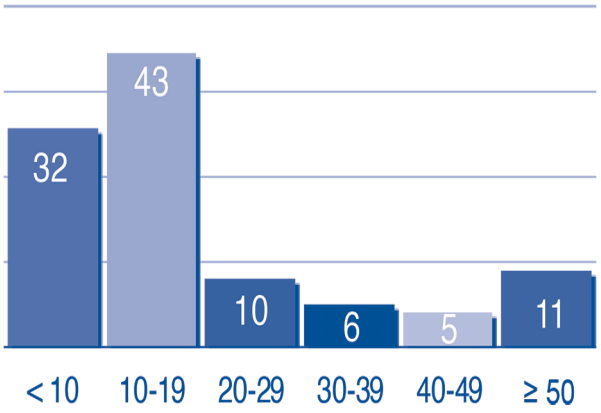


Figure 3. Nombre de missions aériennes durant le mandat.

En moyenne, une mission durait 8 heures pour chaque PN. Les vols de nuit représentaient plus de 30 % de l'activité aérienne de 74 % du PN.

– Conditions de vie (fig. 4)

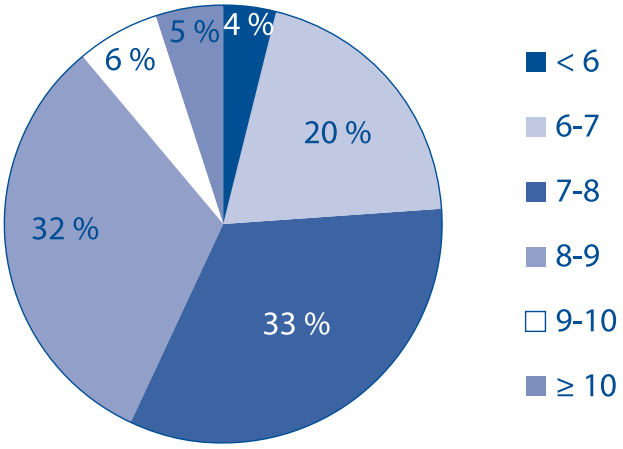


Figure 4. Nombre moyen d'heures de sommeil estimé par 24 heures.

En moyenne, le PN dormait 7,34 ± 1,16 heure par 24 heures, 44 PN avaient un sommeil de mauvaise qualité avec des réveils nocturnes itératifs et 29 PN estimaient avoir des conditions de repos non satisfaisant (fig. 5).

Le nombre total des causes de repos non satisfaisant est supérieur à l'effectif du PN insatisfait puisqu'un PN peut décrire plusieurs causes en même temps.

Recours aux substances modifiant la vigilance

– Prise d'hypnotiques

Sur les 110 PN interrogés, 23 PN (20,9 %) ont utilisé un hypnotique (zolpidem) durant leur détachement (23 PN chasse et aucun PN transport). Le zolpidem était délivré par le médecin chargé du PN pour 14 d'entre eux.

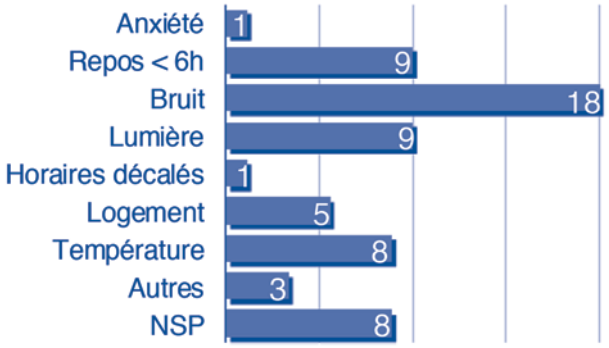


Figure 5. Causes des conditions de repos non satisfaisant.

L'absence d'utilisation du zolpidem est justifiée par un besoin non ressenti en contexte opérationnel pour 70 PN (81,4 %).

– Prise de Caféine LP (fig. 6, 7).

Sur les 110 PN interrogés, 27 PN (24,5 %) ont utilisé de la caféine LP durant leur détachement. La consommation moyenne par PN est de 2,65 ± 2,04 comprimés de Caféine LP.



Figure 6. Fréquence d'utilisation de la caféine LP.
Abréviations :
NSP : ne se prononce pas ; DCL : décollage.

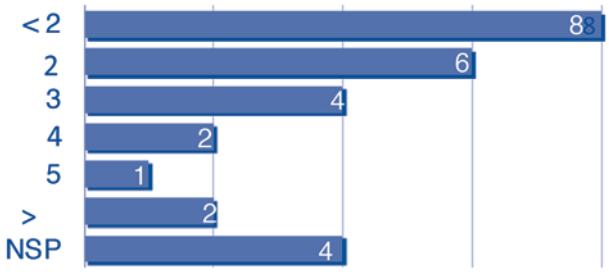


Figure 7. Nombre de prise de caféine LP.

Vingt-six PN (96,3 %) utilisant la caféine LP rapportent un maintien de la vigilance durant le vol ; 24 PN (88,9 %) décrivent des effets favorables (maintien ou amélioration des performances) et seuls 4 PN (14,8 %) décrivent des effets défavorables (baisse de la précision des manœuvres, sensation d'excitabilité).

- Information sur la gestion de la fatigue

Soixante-sept PN (60,9 %) dont 51 PN chasse (89,5 % du PN chasse) rapportent avoir bénéficié d'une information sur les substances modifiant la vigilance et la gestion de la fatigue, lors de briefings médicaux par le médecin chargé du PN à l'escadron ou en consultation médicale.

Soixante-dix PN (63,6 %) dont 48 PN chasse (84,2 % du PN chasse) estiment que la prise en charge de la gestion de la fatigue et de la vigilance (sensibilisation, information des équipages, prise en compte du confort des lieux de repos par le corps médical et le commandement) est adaptée contre 24 PN (21,8 %) la jugeant insuffisante.

Parmi les 27 personnels ayant utilisé du zolpidem au moins une fois, 11 (40,7 %) ont également utilisé de la caféine LP (*Odds Ratio* : OR = 2,3 ; Intervalle de confiance à 95 % : IC 95 % 1,1-7,0). Ces personnels étaient des pilotes ou des navigateurs et appartenaient à l'aviation de chasse (tab. I).

La caféine LP a été plus utilisée par 32,4 % des pilotes de chasse, ce qui est une prévalence plus importante que pour l'ensemble des autres personnels (OR = par rapport aux autres personnels = 2,3 ; IC 95 % 1,3-13,2) (tab. II).

Une analyse polynomiale par régression logistique multiple retrouve un lien statistiquement significatif entre le nombre d'heures de vol, le nombre de vols effectués par le PN lors de son détachement et l'utilisation de la caféine LP (p = 0,04 et 0,01), le nombre d'heures de vol, le nombre de vols effectués par le PN et l'utilisation du zolpidem (p = 0,04 et 0,02) et le nombre d'heures moyen de sommeil et l'utilisation de zolpidem (p = 0,03) (tab. III).

Le temps de sommeil des sujets ayant eu recours au zolpidem était de 7,8 ± 1,1h versus 7,2 ± 1,2h (p = 0,03) pour ceux qui n'y ont pas eu recours.

Discussion

La méthodologie employée ne s'est pas appuyée sur un protocole préétabli tel qu'il peut être défini en recherche biomédicale. Les résultats présentés ci-dessus doivent donc être interprétés en prenant compte ces défauts méthodologiques liés à son caractère opérationnel.

Cette étude rétrospective est le deuxième retour d'expérience concernant l'utilisation de substances modifiant la vigilance en contexte opérationnel. Le taux de participation de 78 % permet d'avoir un échantillon représentatif du PN présent sur la BA 172.

L'âge aurait pu être un facteur déterminant pour l'utilisation de substances modifiant la vigilance. En effet, le jeune PN a été plus sensibilisé durant sa formation à l'utilisation de la caféine LP et du zolpidem par rapport au PN plus expérimenté ayant fait de nombreuses missions sans aide pharmacologique

Tableau I. Prise de zolpidem en fonction de la prise de caféine LP, de la fonction à bord et du type d'avions.

		Effectif	Prise de zolpidem			
		N	n	%	Chi² (p)	OR (IC 95 %)
Caféine LP	OUI	27	11	40,7	3,8 (0,05)	2,3 (1,1-7,0)
	NON	82	12	44,4		
	NSP	1	0	0		
Fonction	P	71	17	23,9	0,02 (NS)	
	N	23	6	26,1		
	MN	12	0	0		
	ORV	3	0	0		
	NSP	1	0	0		
Type avions	Chasse	57	23	40,4	Ne peut être calculé	
	Transport	53	0	0		

NSP : ne se prononce pas. N : effectif total ; n : prévalence ; NS : non significatif. P : pilote ; N : navigateur ; MN : mécanicien navigant ; ORV : opérateur ravitaillement en vol. Chasse : Rafale. Transport : C130, C160, C135. OR : odds ratio ; IC : intervalle de confiance.

Tableau II. Prise de caféine LP en fonction de la prise de zolpidem, de la fonction à bord et du type d'avions.

		Effectif	Prise de la caféine LP			
		N	n	%	Chi² (p)	OR (IC 95 %)
Zolpidem	OUI	44	11	25	0,2 (NS)	
	NON	55	16	29		
Fonction	P	71	23	32,4	4,2 (0,02)	2,3 (1,2-13,2)
	N	23	4	17,4		
	MN	12	0	0		
	ORV	3	0	0		
	NSP	1	0	0		
Type avions	Chasse	57	27	47,4	Ne peut être calculé	
	Transport	53	0	0		

NSP : ne se prononce pas. N : effectif total ; n : prévalence ; NS : non significatif. P : pilote ; N : navigateur ; MN : mécanicien navigant ; ORV : opérateur ravitaillement en vol. Chasse : Rafale. Transport : C130, C160, C135.

(guerre du Golfe, Balkans,…). Mais on ne retrouve pas de différence significative entre l'âge moyen du PN utilisant la caféine LP (34,3 ans) par rapport à celui n'utilisant pas les substances modifiant la vigilance (32, 5 ans).

Il existe une relation significative entre le nombre de missions aériennes et l'utilisation de la caféine LP ($p = 0,01$), le PN utilisant la caféine LP ou le zolpidem effectuait 0,5 fois moins de missions aériennes. Cependant, on note une relation significative entre le nombre d'heures de vol consécutives et l'utilisation de la caféine LP ($p = 0,04$), le PN utilisant la caféine LP effectuait des vols d'une durée plus longue que celui ne l'utilisant pas. Les vols de longue durée sont donc un élément décisionnel pour l'utilisation de la caféine LP par le PN. Le PN qui effectue de nombreuses missions aériennes de courte durée n'éprouve pas le besoin d'une aide à la vigilance ; le PN dont le rythme des missions aériennes est peu soutenu mais qui effectue des vols de longue durée éprouve le besoin de cette aide pharmacologique.

Le PN utilisant le zolpidem avait un nombre d'heures de sommeil plus important ($p = 0,03$) que le PN n'ayant pas utilisé ce recours. L'utilisation de zolpidem a été bénéfique dans ce contexte opérationnel pour plusieurs raisons : le rythme de travail était décalé avec des

Tableau III. Régression multiple d'analyse des facteurs d'utilisation de la caféine LP et du zolpidem par le PN chasse.

	Caféine LP					zolpidem				
	Coef.	Ecart-type	P	OR	IC 95 % w	Coef.	Ecart-type	P	OR	IC 95 %
Âge	-0,15	0,1	0,1	0,9	[0,7-1]	-0,02	0,07	0,8	1,0	[0,9-1,2]
Nombre d'HDV	0,1	0,04	0,04	1,3	[1,1-1,2]	0,08	0,04	0,04	1,4	[1-1,3]
Nombre de vols	-0,5	0,2	0,01	0,8	[0,3-0,9]	-0,2	0,12	0,02	0,8	[0,5-0,9]
% vols de jour	10,1	26	0,99	6,5	[0-∞]	-0,5	1,7	0,92	0,2	[0-16,8]
% vols de nuit	10,1	26	0,99	6,3	[0-∞]	-0,5	1,7	0,77	0,2	[0-16,9]
Nombre d'heures moyen de sommeil	-0,06	0,3	0,84	0,7	[0,4-1,2]	0,2	0,3	0,03	1,2	[0,1-1,9]

décollages et atterrissages à des horaires inhabituels (entre 23h et 3h, « Aux portes du sommeil »), les rythmes veille-sommeil étaient perturbés et les conditions de repos étaient contraignantes. En effet, lors de l'opération « Serval » au départ de la BA 172 du Tchad, le PN était hébergé dans les mêmes bâtiments que les personnels de l'opération « Épervier » dont les horaires étaient plus réguliers. Ce décalage des emplois du temps avait, en plus de la chaleur ambiante, des inconvénients (le bruit ambiant, le rythme de travail du personnel non sujet aux contraintes aéronautiques).

C'est essentiellement le PN chasse qui a utilisé des substances modifiant la vigilance. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette pratique : l'utilisation de la caféine LP avait déjà été réalisée lors de missions antérieures (« Harmattan », mission de convoyage,…). Le PN chasse était déjà familiarisé avec les aides à la vigilance par son expérience personnelle, le retour d'expérience de collègues ou encore les briefings du médecin chargé du PN à l'escadron en métropole. Seuls 60,9 % des PN interrogés rapportent avoir bénéficié d'une information sur les substances modifiant la vigilance. En effet, le PN transport (tactique et stratégique) est très peu sensibilisé à l'utilisation de ces substances. Le fait de travailler en équipage multiple, de pouvoir consommer du café et de bénéficier de structures permettant d'effectuer des « naps » à bord réduisent la nécessité d'utilisation de la caféine LP et du zolpidem. Cependant, lors d'opérations avec un rythme de vol pouvant atteindre plus de 10 heures de mission par jour, tous les jours, dans des pays différents avec des conditions de repos précaires telle que fut l'opération « Serval », les contre-mesures complémentaires peuvent s'avérer utiles voire indispensables. Il est fréquent qu'en contexte d'opérations, des dérogations aux normes standard d'activité aérienne et de temps de repos soient utilisées (REAC, REAT, IP 110).

La réalisation de tests préalables à l'utilisation des substances modifiant la vigilance sur le théâtre est délicate ; en effet, pour observer tout effet secondaire des médicaments et préserver la sécurité aérienne, une inaptitude au vol de 24 heures après la prise des médicaments est nécessaire. En étant en contexte opérationnel et d'alerte 24h/24, il est difficile de bloquer au sol des équipages pour la réalisation de ces tests. De ce fait plusieurs personnels n'ont pas pu bénéficier de la caféine LP et du zolpidem lors de l'opération « Serval » alors qu'il y avait une indication d'emploi. La proposition de réalisation du test préalable pourrait être systématique lors de l'arrivée d'un PN en escadron ; ceci permettrait ainsi de diffuser une information sur la caféine LP et le zolpidem et de pouvoir proposer cette aide à la vigilance à tout PN lors d'opérations soutenues ou continues. Une modification de l'IM 744 permettrait cette réalisation hors contexte opérationnel.

Le cas particulier des opérateurs de drones a été soulevé lors de l'opération « Serval ». Les drones *Harfang*, stationnés sur le Détachement air de Niamey au Niger, volaient en moyenne 18 heures par jour. Selon le Répertoire d'emploi de l'aviation de chasse (REAC) dont dépendent les drones, l'activité en norme standard ne doit pas dépasser 4 heures en continu ou 8 heures cumulées par jour au contrôle d'un drone. En norme particulière, un opérateur en charge des phases de décollage, d'atterrissage et de transit peut effectuer une période continue maximale allant jusqu'à 8 heures de pilotage. Les conditions de logement étant précaires (tentes climatisées, fortes chaleurs), ils ont pu bénéficier quand ils en ont ressenti le besoin des substances modifiant la vigilance. Avec l'arrivée du nouveau drone *Reaper* dans les armées fin 2013 qui a une autonomie de plus de 24 heures, la proposition de réalisation systématique de test préalable par les opérateurs de drones pourrait être envisagée sous réserve de modification de l'IM 744.

Les aides pharmacologiques doivent rester une contre-mesure complémentaire pour la gestion de la fatigue opérationnelle. Lors d'opérations soutenues comme Serval, les mesures préventives organisationnelles doivent être mises en place préalablement par le commandement. Les chefs de détachement et les Officiers sécurité des vols (OSV) doivent s'assurer que les dérogations aux normes standard du temps d'activité et de repos restent des mesures exceptionnelles afin de préserver la sécurité aérienne. Le rôle de conseiller des OSV et du médecin chargé du PN auprès du commandement sur l'activité du PN et sa fatigue est primordial. Celle-ci ne se résume pas au temps de vol, elle nécessite la prise en compte du temps de travail effectif dont le temps d'escale, de chargement, de mise en œuvre de l'aéronef et la répartition des vols sur plusieurs jours.

La caféine LP est une aide efficace dont les effets bénéfiques (maintien ou amélioration des performances) ont été rapportés par 88,9 % du PN l'utilisant. Peu d'effets indésirables (4 PN, soit 14,8 %) ont été notés. À l'instar des retours d'expérience sur l'utilisation de la caféine LP lors de l'opération « Harmattan » (10,11) dont les effets indésirables étaient d'ordre digestif, ceux observés lors de l'opération « Serval » étaient cardiovasculaires (sensation d'excitabilité sans signe électrocardiographique) ou neuropsychiques (diminution de la précision des mouvements par tremblements légers des extrémités). Il est difficile de déterminer si ces effets observés sont des conséquences de la prise de caféine LP ou du contexte opérationnel stressant.

Les textes actuels encadrant l'utilisation de la caféine LP et du zolpidem placent ces substances au même niveau que le modafinil dont les effets secondaires sont plus importants et plus fréquents et la tolérance moindre, et dont l'utilisation est interdite en dehors des situations de survie. Compte tenu de la relative innocuité de la caféine LP et de son intérêt dans le domaine de la sécurité des vols, une évolution des textes (IM 744) pour une utilisation élargie (exercices avec vols de nuit prolongés, exercices de sécurité nucléaire Poker, Banco,…) tout en conservant un encadrement par les médecins chargés du PN, semble judicieuse.

Lors de l'opération « Serval », les comprimés de caféine LP et zolpidem avaient été mis à la disposition du PN à l'escadron au niveau du chef de détachement. Un contrôle rigoureux de la consommation par le chef de détachement et le médecin du PN était réalisé. Compte tenu du rythme des vols, le médecin du PN ne pouvait être présent avant chaque vol pour délivrer la caféine LP. Un briefing pour sensibiliser et réglementer la prise des substances était réalisé auprès du PN. Un point de situation sur la consommation était réalisé lors de chaque visite de dépassement d'heures avec le PN, ceci permettant d'adapter la prise de substances à un schéma de récupération personnalisé en fonction des rythmes de vol et des temps de repos. Le médecin chargé du PN doit rester vigilant à ce que la caféine LP et le zolpidem ne soient pas utilisés pour pallier des erreurs organisationnelles. La mise à disposition à l'escadron permet également au PN de partir avec un comprimé de caféine LP et un comprimé de zolpidem en « plus » qui pourront être utilisés lors de déroutement sur des terrains où les conditions de repos sont précaires, en raison de problèmes techniques ou météorologiques, comme cela s'est vu lors des déroutements de Rafale sur le Détachement air de Niamey pour des problèmes techniques. Le médecin chargé du PN joue son rôle de conseiller technique et la confiance mutuelle avec les PN permet une adhésion à l'utilisation des substances modifiant la vigilance. Ceci évite ainsi des comportements déviants du PN avec l'automédication ou le recours aux boissons énergisantes à base de caféine et de taurine ou de médicaments stimulants (Guronsan®), pouvant engendrer de nombreux effets secondaires et mettre en jeu la sécurité aérienne.

Le stock de caféine LP présent sur les bases pré-positionnées est souvent insuffisant en cas de déclenchement d'une importante activité aérienne dans le cadre d'une opération du type Serval. La commande et l'acheminement en urgence de caféine LP peuvent prendre plusieurs jours à semaines en fonction du contexte opérationnel. Un stock suffisant devrait être mis en place au niveau des centres médicaux des armées en prévision d'un déploiement aérien de cette envergure.

Conclusion

Avec le recul de plusieurs opérations et les retours d'expérience, l'armée française a une bonne connaissance et une bonne maîtrise de la caféine LP et du zolpidem dans la gestion de l'hypovigilance et de la baisse des performances. Cette expertise pourrait s'avérer utile dans tous les domaines où la sécurité individuelle ou collective peut être affectée (conducteurs routiers, pilotes de ligne, travailleurs de nuit,…).

La caféine LP est un moyen efficace pour lutter contre la fatigue et pour maintenir les performances opérationnelles. Ses effets secondaires sont mineurs. Des séances régulières de sensibilisation du PN avec une information basée sur des retours d'expérience permettront au PN réticent d'envisager l'emploi de ces molécules et au PN l'utilisant déjà, de pouvoir optimiser leur utilisation.

Il sera nécessaire, lors d'opérations ultérieures de confirmer les résultats déjà obtenus, et d'affiner éventuellement les modalités d'utilisation des substances modifiant la vigilance (plan de récupération individuel, détermination les périodes charnières en fonction du nombre d'heures de vol, du type de mission, du rythme de vol, emploi par le PN opérateur de drones…). Les difficultés de mesure de la fatigue liées à la complexité des mécanismes impliqués nécessitent la réalisation de questionnaires ou des études de recherche clinique, permettant d'étayer les informations déjà connues.

Les auteurs ne déclarent pas de conflit d'intérêt concernant les données présentées dans cet article.

ANNEXE 1: Questionnaire

Médecin PN Force Epervier
Service médical inter-armées

NOM (facultatif):

INITIALES : AGE :

PILOTE NAVIGATEUR MEC NAV ORV

CHASSE : MIRAGE RAFALE

TRANSPORT TACTIQUE : C160 C130 C135

DATE D'ARRIVÉE SUR ÉPERVIER : ___ / ___ / 20__

NOMBRE D'HEURES DE VOL DEPUIS LE DÉBUT DU DÉTACHEMENT (APPROXIMATIF) : _____ heures

NOMBRE DE VOLS EFFECTUÉS : ____

RÉPARTITION DES VOLS :
____ % JOUR / ____ % NUIT

1. Nombre moyen d'heures de sommeil sur 24h depuis votre arrivée ? ____ h
   - plutôt d'affilée - plutôt entrecoupé

2. Avez-vous bénéficié d'une aide à la gestion du sommeil (somnifère) ? :
   OUI NON
   - Si oui, par quel biais :
     - o Médecin du DETAIR
     - o Automédication
     - o Autre , précisez :_____
   - Si oui, quel médicament :
     - o STILNOX® (zolpidem)
     - o Autre précisez :_____
   - Si oui, à quelle fréquence :
     - o Occasionnelle
     - o Régulière mais non systématique
     - o Après chaque vol de nuit
   - Si oui, à quel horaire :
     - o Pour endormissement à l'horaire habituel
     - o Pour endormissement à un horaire non habituel (dans la journée….)
     - o Pour endormissement à un horaire tardif (après vol de nuit par exemple…..)
   - Si non, pourquoi :
     - o Besoin non ressenti
     - o Difficulté d'obtention
     - o Autre, précisez : _____
   - Conditions de repos : satisfaisantes non-satisfaisantes
     - o Si non, causes : bruit lumière température anxiété repos<6h décalage horaire
     - o Autres : précisez : _____

3 . Avez-vous bénéficié d'une aide au maintien de la vigilance (CAFEINE LP®) ?
   OUI NON

   Si oui :
   - Sur proposition médicale
   - Autre, précisez _____
   - Nombre de prise (approximative) : ____ fois
   - Pour maintien de la vigilance au cours d'un vol : OUI NON
   - Fréquence d'utilisation :
     - o Tous les vols
     - o Tous les vols de nuit
     - o Tous les vols de jour
     - o Autres cas particuliers :
   - Pour une autre activité (test du produit…précisez) : _____

- La prise de ce produit a-t-elle eu des effets favorables ? OUI NON
  Si oui, lesquels ? _____

- La prise de ce produit a-t-elle eu des effets défavorables ou gênants ?
  OUI NON
  Si oui, lesquels ? _____

4. Avez-vous bénéficié d'une information sur ce sujet (aides pharmacologiques, prise en charge de la fatigue…) ?

   OUI NON
   Si oui, par quel biais :
   - Briefing médical
   - En consultation
   - Autre, Précisez : _____

5. Jugez-vous la prise en charge de ce type de problème adapté (sensibilisation, information, prise en compte des difficultés de gestion du sommeil, de la fatigue par le corps médical ou le commandement, confort des lieux de repos …) ?
   OUI NON

Commentaires divers :

Merci de votre participation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. 1. Coste O, Batéjat D, Van Beers P, Piérard C, Lagarde D, Beaumont M. Caféine à libération prolongée : une nouvelle forme galénique de caféine d'intérêt militaire. Médecine et Armées 2002 ; 30 (2) : 143-9.
2. Coroenne M. Hypovigilance chez les personnels de la patrouille maritime 23F. Étude des facteurs de risque et enregistrements en vol de juin à octobre 2011, Thèse de médecine 2012.
3. Co EL. Gregory KB, Johnson JM, Rosekind MR. Crew factors in flight operations XI: A survey of fatigue factors in regional airline operations. Moffet Field, CA : NASA Ames Research Center 1999. Report N°: NASA/TM – 1999-208799.
4. Nicholson AN, Stones BM. Heterocyclic amphetamine and caffeine on sleep in man. Br J Clin Pharmacol 1980;9:195-203.
5. Cornum K, Cornum R. Use of psychostimulants in extended flight operations: a desert shield experience. In Aeropspace Medical Panel Symposium on « Neurological limitations of Aircraft Operations : Human Performance Implications », published in CP-579, Oct 1995.
6. Baird JA, Coles PK, Nicholson AN. Humans factors and air operations in the South Atlantic campaign. J R Soc Med 1983 ; 76 : 933-7.
7. Sauvet F, Piérard C. Utilisation de la caféine à libération prolongée. 2nd CEETO, École militaire Paris, juin 2011.
8. Batéjat D, Baumont M, Coste O, Piérard C, Van Beers P, Chauffard F, et al. Caféine à libération prolongée et privation de sommeil de longue durée : effets sur la vigilance et les performances cognitives. Médecine et Armées 2000 ; 5 : 423-31.
9. Piérard C, Beaumont M, Enslen M, Chauffard F, Tan DX, Reiter RJ, et al. Resynchronization of hormonal rhythms after an eastbound flight in humans : effects of slow-release caffeine and melatonin. EurJ Appl Physiol 2001;85:144-50.
10. Coste O, Rabat A, Lagarde D. Gestion du cycle veille sommeil en OPEX. Guide à l'usage de médecins d'unité. Institut de recherche biomédicale des armées. 2008.
11. Gras D, Vitiello L, Kereun E, Kerrien C, Dubourdieu D, Perrier E, et al. Utilisation de la caféine LP durant l'opération « Harmattan » sur le Detair de Souda. Méd Aéronautique et spatiale 2012;53:97-104.
12. Audoual T, Graslin A, Bret G, Ruston V. Utilisation de la caféine LP en contexte opérationnel : RETEX au sein du 36e EDCA durant la mission « Harmattan ». Méd Aéronautique et spatiale 2013;54 (203):134-41.
13. Sicard B, Lagarde D, Batéjat D, Chauffard F, Enslen M, Tachon P. Caféine à libération prolongée : une contre-mesure pharmacologique efficace. In AGARD « Aeromedical support issue in contingency operation » published in CP-599, Sept 1998.
14. Seidel WF, Roth T, Roehrs T, Zorick F, Dement WC. Treatment of a 12-Hour Shift of Sleep Schedule with Benzodiazepines. Science1984 ; 224 : 1262-4.
15. Caldwell JA, Caldwell JL. Comparison of the effects of zolpidem-induced prophylactic naps to placebo naps and forced rest periods in prolonged work schedules. Sleep 1998 ; 21 : 79-90.
16. Bartholini G. Growing aspects of hypnotic drugs. In Sauvanet JP, Langer SZ, Morselli PL eds. Imidazopyridines in sleep disorders. New York : Raven Press ; 1988:1-9.
17. Instruction ministérielle n°744/DEF/DCSSA/AST/TEC du 31 mars 2008 relative à l'utilisation de substances modifiant la vigilance en opérations ; NORDEFE0851103J.