

# LA FATIGUE DU PILOTE

Dr B. SCHJOTH  
Pôle CCV Nancy-Metz

# Fatigue

## Plan

- Universelle mais svt négligée I'm FIT  
Svt les médecins chir opéré après nuit blanche  
Mentionnée dans nombreux accidents mais rôle directe  
difficile à quantifier ( C'est peut être le  
primum movens mais tellement futile que difficile à  
affirmer dans chaîne d'événements
- Caractérisée :++++ publications nombreuses
- cognitif / perfo/décision/ précision/ mémorisation
  - Élocution , son de la voix, troubles de la  
compréhension
- Et malgré ses caractérisations on arrive le plus svt à  
faire le job, travail , vol, voyage voiture
- Effets
- Circonstances
  - Débuter un vol étant fatigué
    - Contexte : Q travail, stress (famille, env ...
    - Sommeil
      - Quantité
      - Qualité
      - Rythme circadiens :décalages
  - =\*= faire un vol fatiguant
    - Bruit
    - HoO2
    - Chaleur : deshydratation
    - Charge de travail
- Conséquence / Que faire ? Que fait on couramment
  - Rôle en prévention d'accidents
    - Prevention tool Politique des ops Horaires types de  
vols / nuits courtes
    - Savoir s'évaluer sa fatigue Karolinska, pereli
  - Tactiques de supercheck
  - Effet protecteur équipage
    - En avion au bloc
  - Naps
  - Etapes : périodes réduites de W

# La fatigue du pilote

## Introduction (1)

---

« reduced capacity for  
work or accomplishment »

# La fatigue du pilote

## Introduction (1)

- Banale, courante, universelle, (travail posté, conducteurs, ), 24 h de W, 25% baisse de perf, X7 risque accident.
- Effets fonctions supérieures publications +++
  - Transports routiers, aviation, militaires
- Cause d'accidents
  - Réduction marges de sécurité, efficacité opérationnelle,
  - Insidieuse et souvent omise
  - auto éval : difficile.

- A bon port dans la plupart des cas....
- la littérature
- Expériences personnelles / autres pilotes
- Indications pour rôle de conseil du médecin aéronautique.

- Fatigue avant le vol

- I'M FIT
- Manques de sommeil (Q & qual) la 1<sup>ère</sup> cause

- Fatigue pendant le vol

- Stress
- Environnement

- Dégradation des performance

# Avant le vol

## manque de sommeil

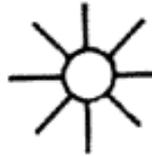
- Aigue : « nuit blanche » / très courte
  - Perfo ---
  - récupération > 2-3 nuits
- Chronique
  - Transitoire : moderate sleep loss
  - Durée de la journée, durée des sommeil
  - Cumulée : sur plusieurs jours
- Circadienne :
  - Jet lag
  - Travail posté
  - Rythme Window of circadian low WOCL (2-6)

# Rythmes circadiens

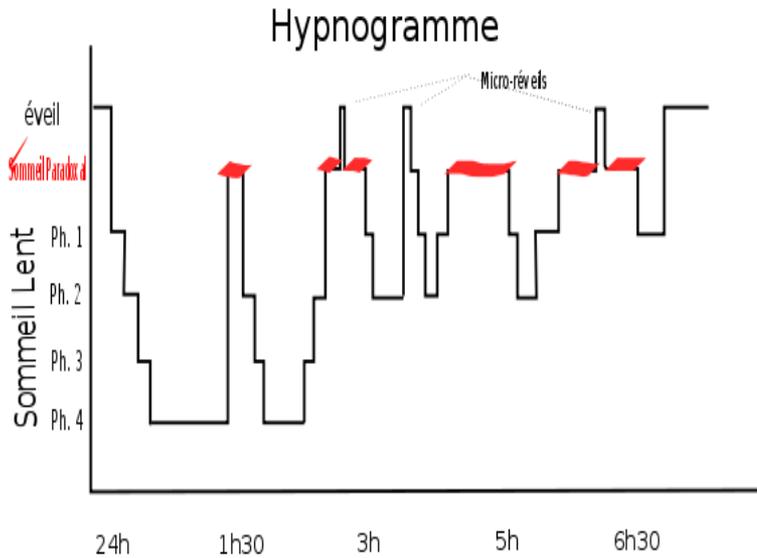
- Highs (9-11 & 21-23)
- Lows`
- <http://sommeil.univ-lyon1.fr/articles/challamel/sommenf/courbe.php>
- 24,5 à 25 h et régulé par « zeitgebers » : lumière  
Repas, société

Besoin de sommeil selon âge  
avec ado : 0,5-1,25 h de  
+jusque 20 ans

Heures solaires



# Phases sommeil



St «3 et 4 , jamais atteints par sas

## REM et Non REM

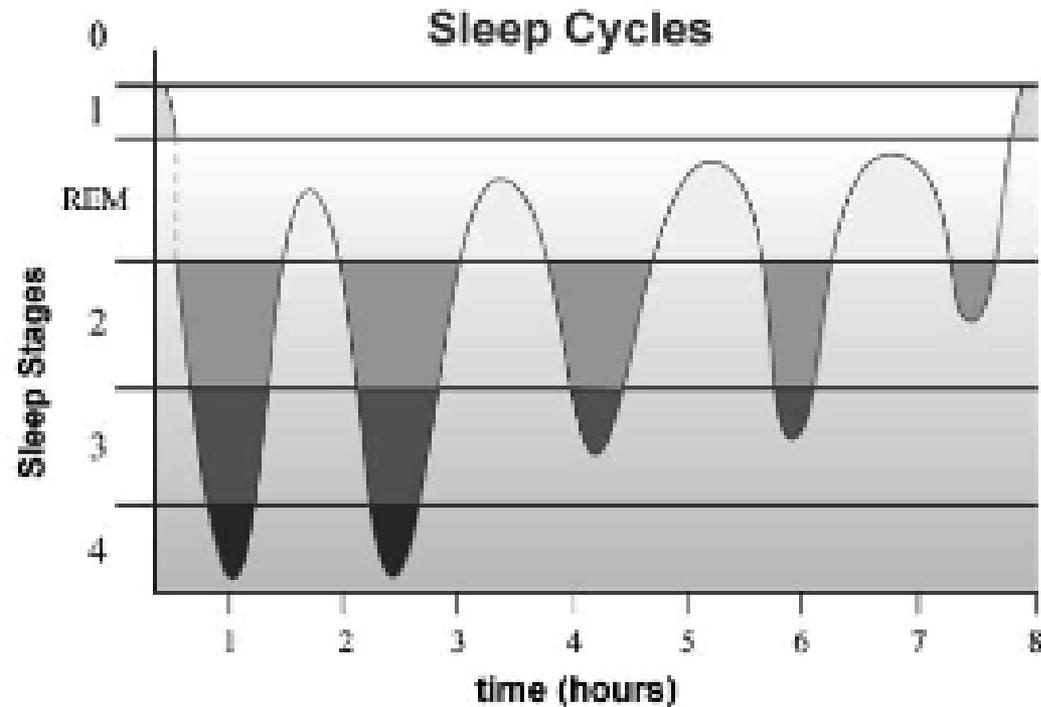
3,4 Sommeil profd, le +  
imp (phys)

3,4 en 1<sup>ère</sup> p de nuit

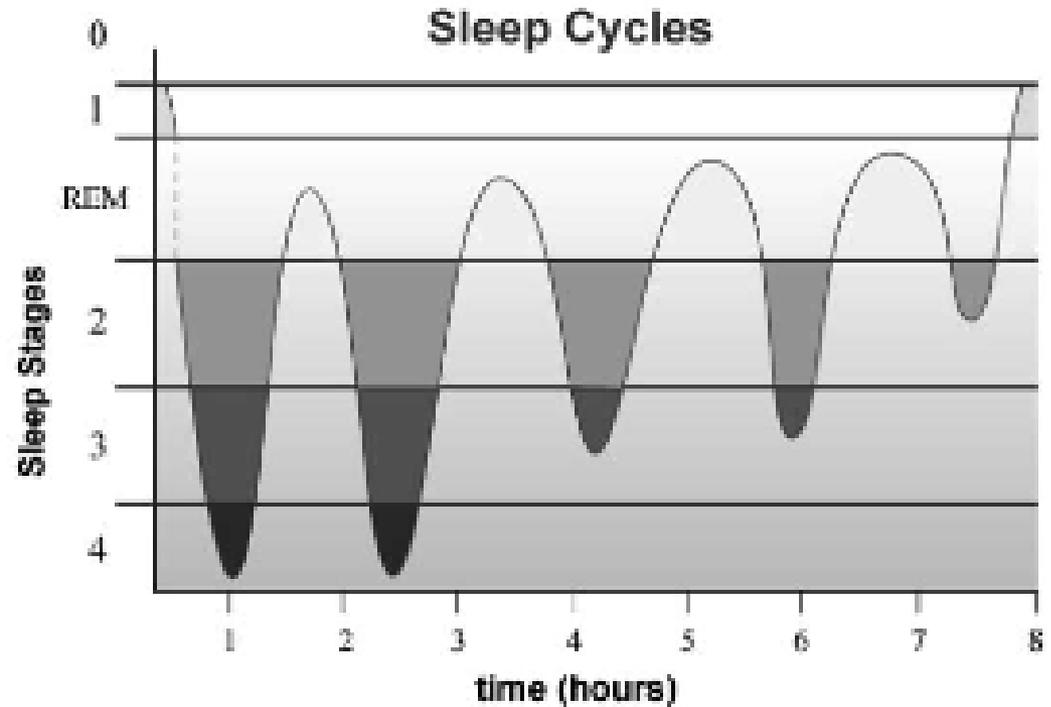
Q adéquate/pers de REM  
et Nrem

pdt SAS ne dépasse pas le  
2

Chaque phase  
indispensable

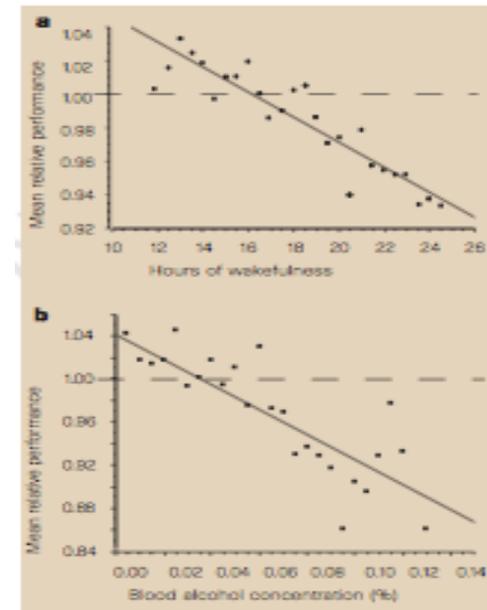


- Partial sleep deprivation
  - Reprend au cycle qui manquait
- Total sleep deprivation
  - Reprend en sommeil prof
  - Vital +++
- Si reveil pdt So Pr => » » sleep inertia »
  - Vigilance ----
  - Cognitif ----
- Sleep privation en q suff =>recup en sommeil profond.
  - Si reveil ;sleep inertia +++
  - DANGER



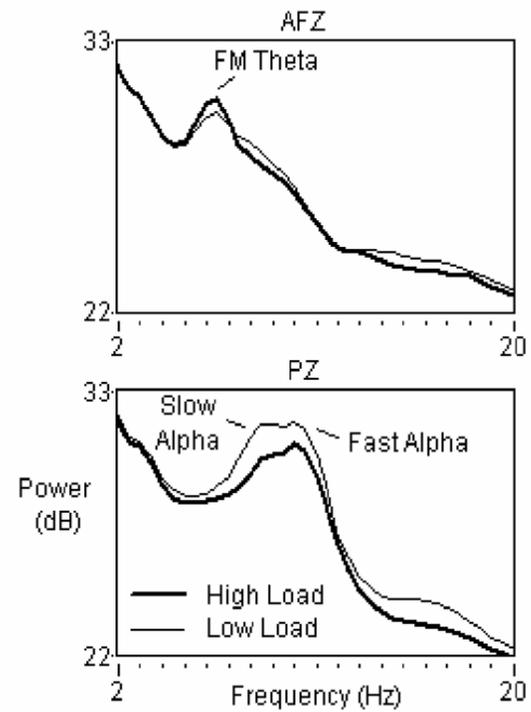
# Moderate sleep loss

- Toute interruption de rythme habituel de sommeil
- Mémoire de travail
- Performances
  - Précision
  - Rapidité
    - D'autant + que complexité ++
  - Parallèle avec la sensation subjective de malêtre
- Slow eye mv



**Figure 1** Scatter plot and linear regression of mean relative performance levels against: **a**, time, between the tenth and twenty-sixth hour of sustained wakefulness ( $F_{2,14}=132.9$ ,  $P<0.05$ ,  $R^2=0.92$ ); and **b**, blood alcohol concentrations up to 0.13‰ ( $F_{1,14}=54.4$ ,  $P<0.05$ ,  $R^2=0.89$ ).

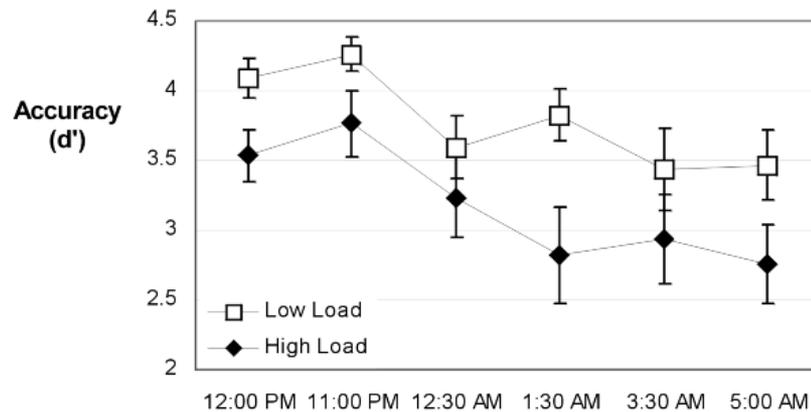
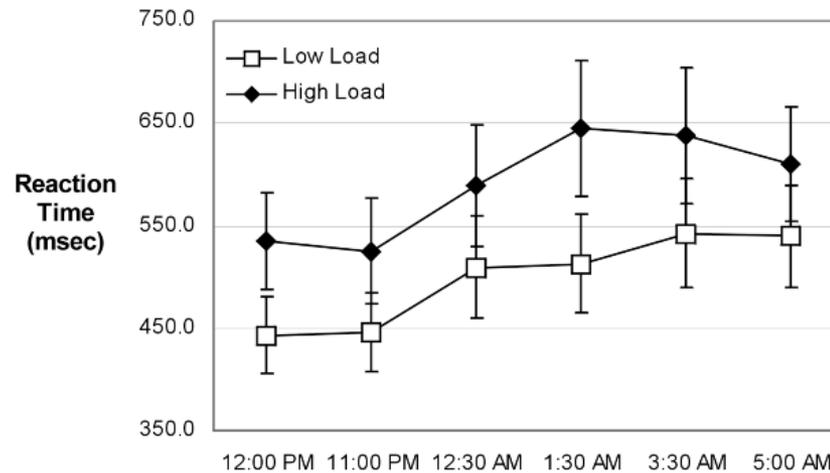
- EEG caractéristique +++
  - Delta et theta ++
  - Alpha --



# The Impact of Moderate Sleep Loss on Neurophysiologic Signals during Working-Memory Task Performance

Michael E. Smith, PhD, Linda K. McEvoy, PhD, and Alan Gevins, D.Sc

- Sleep. 2002 November 1; 25(7): 784-794.



Average ( $\pm$ SEM) reaction time (top) and accuracy (bottom) in the easy and difficult levels of the working-memory task over test intervals. In both task levels, accuracy decreased significantly and reaction time increased significantly with time; performance decrements reached an asymptotic trough at about 1:30 AM, remaining at that level throughout the rest of the test session.

# Mythe Lindbergh / warrior

- Un stress
- Une motivation suffisante



- Guerrier
  - éveillé
  - efficace
- Problèmes simples Routine
- Inefficace face à probl cplx
  - Décisions aléatoires, risquées
  - Pire avec âge
  - Perfo – 30% 1<sup>ère</sup> nuit, 60% 2<sup>ème</sup> nuit
  - Planning
  - Sit awareness
  - Vigilance

# .....microsleeps



Have you ever fallen asleep at the wheel





# Sommeil influencé par

## Exigence personnelle (7h30-8h)

- 4 cycles 2h ou 5 cycles 1h30
- Pt dormeur 4 cycles 1h30

## Facteurs de stress

- Fuseaux h, horaires travail variables, = « désynchronisation circadienne »
  - Eveil-sommeil tot bousculé
- Conditions environnementales:
  - Temp, humidité, bruit, lumière, mouvements
- Facteurs psychologiques:

Danger, peur, pressions sociales....

Autres : Alcool, tabac,



# Pathologies à rechercher

- Troubles du sommeil :
  - SAS, jambes sans repos, narcolepsie
- Psychiatriques :
  - Dépression, anxiétés, Sy. Post-Trauma,
- Respi : asthme, BPCO, expositions
- Cardiaques: FA, Trr, myopathies, valvulopathies (mais non aptes)

# Effets de la fatigue



- Fct cognitives : « transient cognitive impairment »
  - Décision, précision, mémorisation, concentration
  - Réactivité,
  - Humeur
  - + si haute mémorisation
  - Performance reduite parallèlement à la sensation de sommeil
  - => altération de la performa
  - Effet dose ++++ (q de sommeil manquant bel(enky 2003

# Effets de la fatigue

---

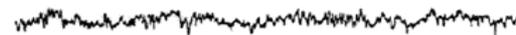


- Parole
  - Troubles de l'élocution
  - Compréhension
  - Manque du mot
  - Neuroglucopénie ⇔ traduction physio
  - Comparaison avec alcool (+ fort)

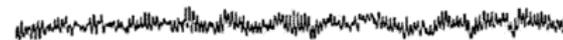
## ETATS DE VIGILANCE

### Caractéristiques électro-encéphalographiques

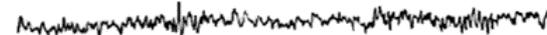
Eveil "actif" : Yeux ouverts, activité rapide peu ample



Eveil "passif" : Relaxé, yeux fermés, 8 à 12 ondes par seconde. Activité alpha



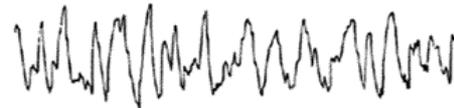
Stade I : endormissement, sommeil de transition  
3 à 7 ondes / seconde. Activité theta



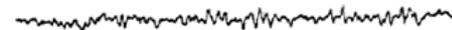
Stade II : Sommeil lent léger  
Fuseaux de sommeil et complexes K

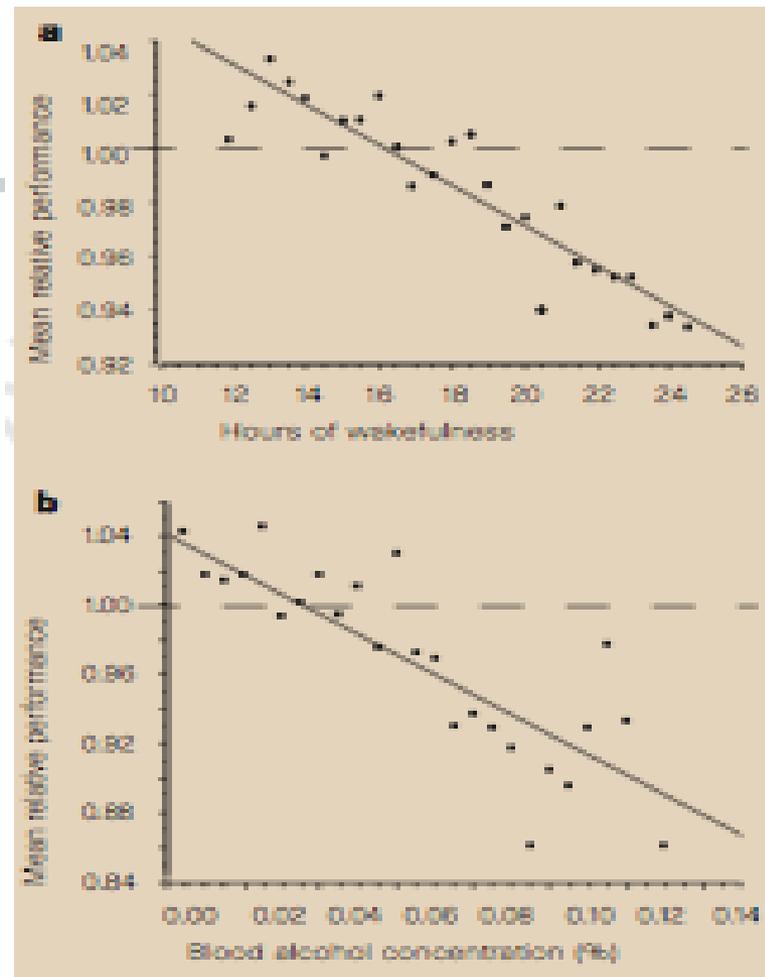


Stade III et IV : Sommeil lent profond  
0,5 à 3 ondes / seconde



Stade V : Sommeil paradoxal  
activité rapide et ondes en "dents de scie"



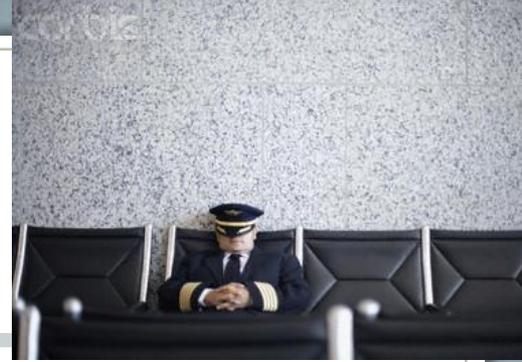


**Figure 1** Scatter plot and linear regression of mean relative performance levels against **a**, time, between the tenth and twenty-sixth hour of sustained wakefulness ( $F_{1,24}=132.9$ ,  $P<0.05$ ,  $R^2=0.92$ ); and **b**, blood alcohol concentrations up to 0.13%, ( $F_{1,24}=54.4$ ,  $P<0.05$ ,  $R^2=0.69$ ).

# Effets sur :

- Publications ++++!!!!
- Less accurate flt manoeuvre (Johnson rantanen 2005)
- Increased error rate
- Signif lapse in judgement





- Elocution : Speaking rate
- Voix Bon marqueur psychophysio
  - Utilisation pour enquêtes
  - Articulation :intelligibilité

# Effets sur le pilote

Reduction capacité de concentration Cognitive fixation or narrowing of attention causing decreased ability to concentrate on more than task or piece of information.

- Négligence de tâches : faire au plus simple
- Réduction de vigilance monitoring or scanning the flight environment
- Perte de la mémoire de travail (flash) and inability to recall information from long term memory.

Situational awareness



Sentiment d'indifférence insouciance, => acceptance of lower standards of performance médiocrité

Reduced communications that may hamper crew coordination and effective CRM

# Effets sur le pilote

- For example, difficulty processing critical information and choosing among alternatives may lead to optimum response decrements or degradations in response accuracy
- Increased feelings of difficulty in carrying out flight activities. This may Degradation in flying and perceptual-motor skills such as hand-eye coordination

# Effets sur le pilote

- Défaut de **jugement** de perfo de soit et équipage et du danger qui se construit
- Défaut de vue d'ensemble et prévoir nouveau plan d'action d'urgence
- Altération du jugement , de la logique de raisonnement et de la prise de décision.
- **Perceptions**
  - visuelles réduites (quantité et mémorisation)
  - baisse de la compréhension de trafic environnant
  - Mauvaise intégration des informations qui arrivent
- Perte initiatives evite effort **Minimum strategy**
  - cause a pilot to ignore important tasks due to the perception that the tasks are too difficult to manage
- **Crew Resource Management**
- Peronnalité, humeur : irritability and depression that may deter crew coordination and communication
- Temps de réaction or sensitivity to time on task
- Microsleeps causing brief disengagement from the flight environment<sup>2</sup>

# Fatigués mais pas de casse :effet équipage

- Effet crew = partage des tâches = Charge/2 !!!!!!!
  - Temps de décision augmenté
  - Time to Finalise Decision (min)
    - Options plus “prudentes” pdt complex decision making
    - Utilisation ++ des procédures
    - Note tt pour ne pas oublier
    - Faire les choses plus lentement pour être sûr de les faire bien
- !theyemployed performance protection
- strategies during normal flight operations to cope with fatigue
- Les automatismes
- Anticiper la fatigue

Cross check

Conduites de protection



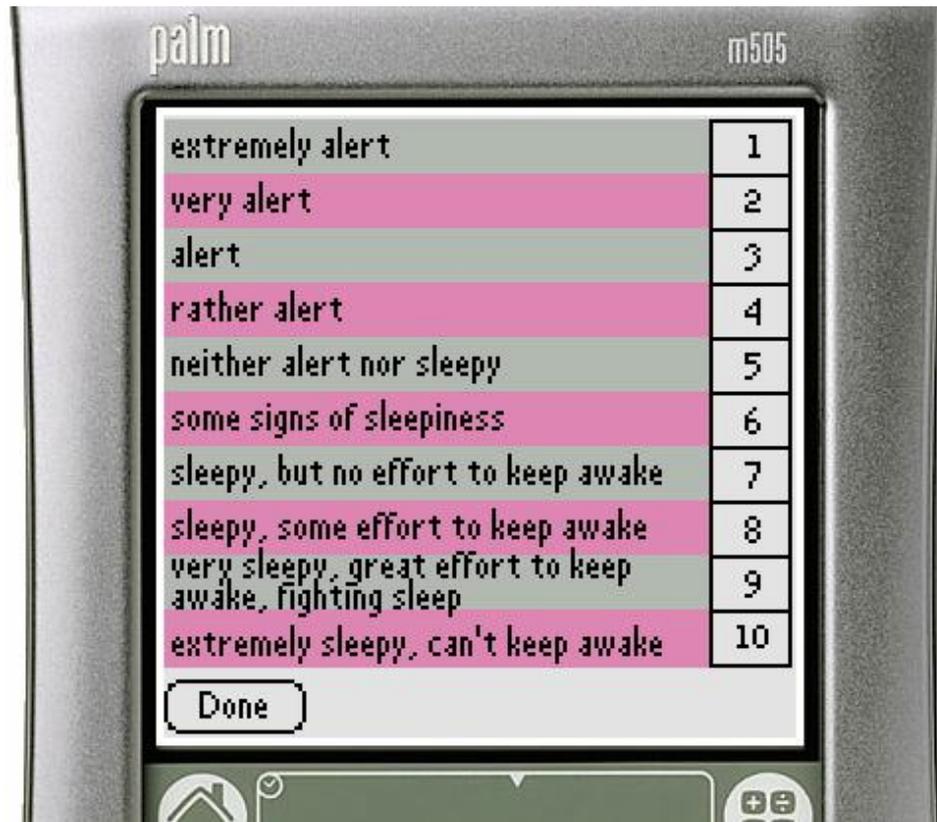
- Pilot de B2 ( 40h) =>naps During mission
- DR 400
- critical phases of flight (e.g., takeoff, landing, weapons delivery) predicted effectiveness must be
- in the 90 per cent or above band. For extended missions, e.g., B 2 flights of 40 hours duration and
- two pilots, in-flight napping procedures have been used to ensure these criteria are met in USAF
- pilots.
- **Figure 12.6 Fatigue AvoidanceSchedulingTool (FAST)**
- Sleepdebt

# Caractérisation de la fatigue

- SammPerelli
- Possible questions for fit-for-driving checklist are listed below:
  - When did you fall asleep?
  - When did you wake up?
  - How long were you awake in between?
  - How refreshing was your sleep?
  - How demanding was the time since your last sleep?
  - How fatigued do you feel right now?
  - How fit do you feel for driving?
  - Do you think you will become too tired during driving?
  - How much is your performance influenced by alcohol?
  - How much is your performance influenced by drugs or pharmaceuticals?

# Caractérisation de la fatigue

## Karolinska sleepiness scale



# Caractérisation de la fatigue

## Karolinska sleepiness scale

palm m505

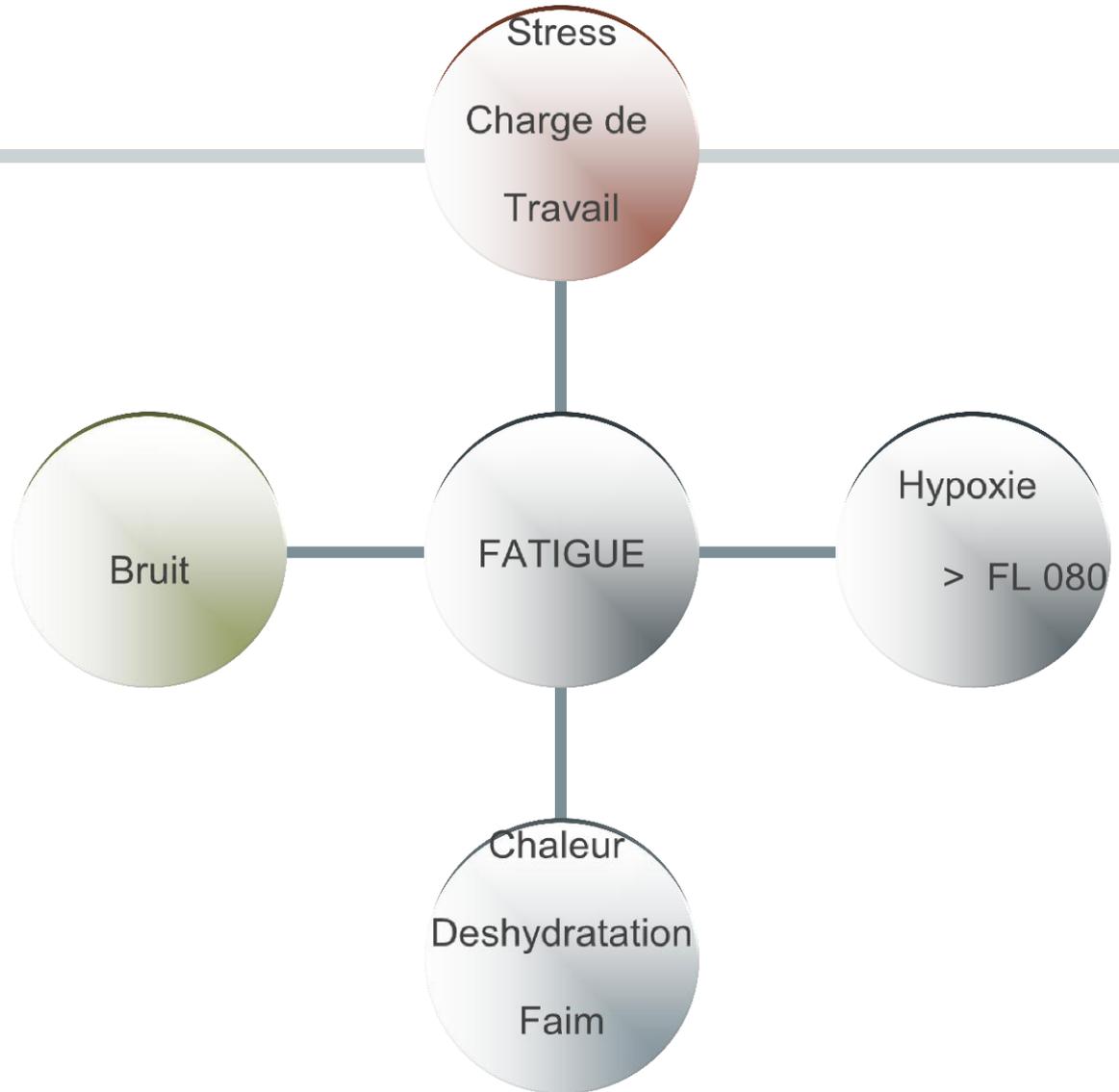
<u>I feel right now</u>	better than	same as	worse than
very lively			
extremely tired			
quite fresh			
slightly pooped			
extremely peppy			
somewhat fresh			
petered out			
very refreshed			
fairly well pooped			
ready to drop			

Done

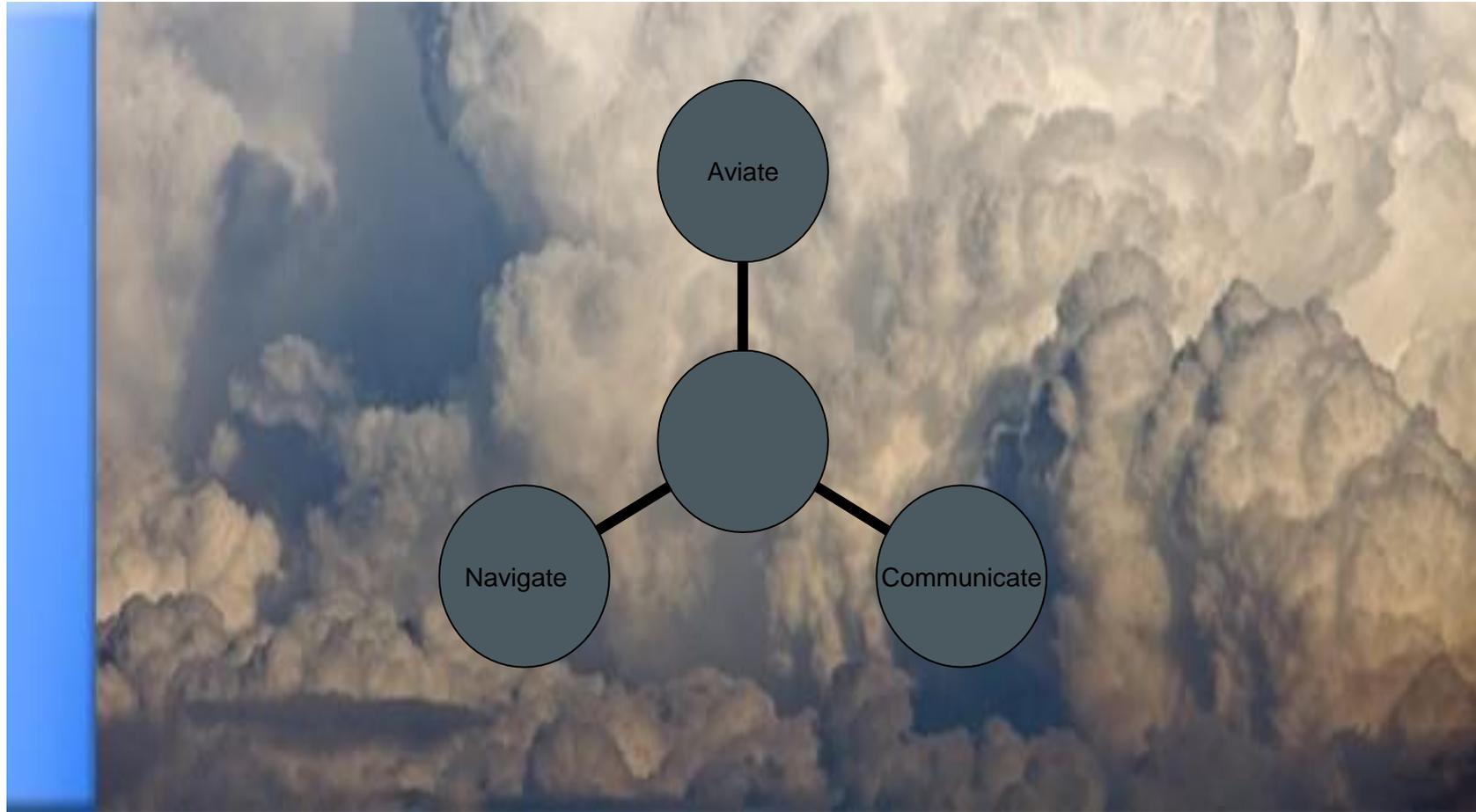


# En vol

- Longueur des vols
  - Travail aérien (largage para, photo aérienne)
  - Très gd voyages
  - Faire accepter pause / étape



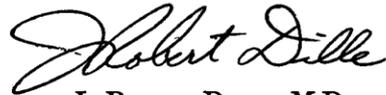
# Stress et Charge de Travail



# IN-FLIGHT PHYSIOLOGICAL MONITORING OF STUDENT PILOTS

**C. E. Melton, Ph. D.**  
**Marlene Wicks**

*Approved by*



**J. ROBERT DILLE, M.D.**  
CHIEF, CIVIL AEROMEDICAL INSTITUTE

*Released by*



**P. V. SIEGEL, M.D.**  
FEDERAL AIR SURGEON

**August 1967**

# Stress et pilotage

- # peur : réponse brève à menace identifiée
- Le stress altère les perceptions, fct cognitif, et réponse motrice.

# HEART RATE FOR SYLLABUS

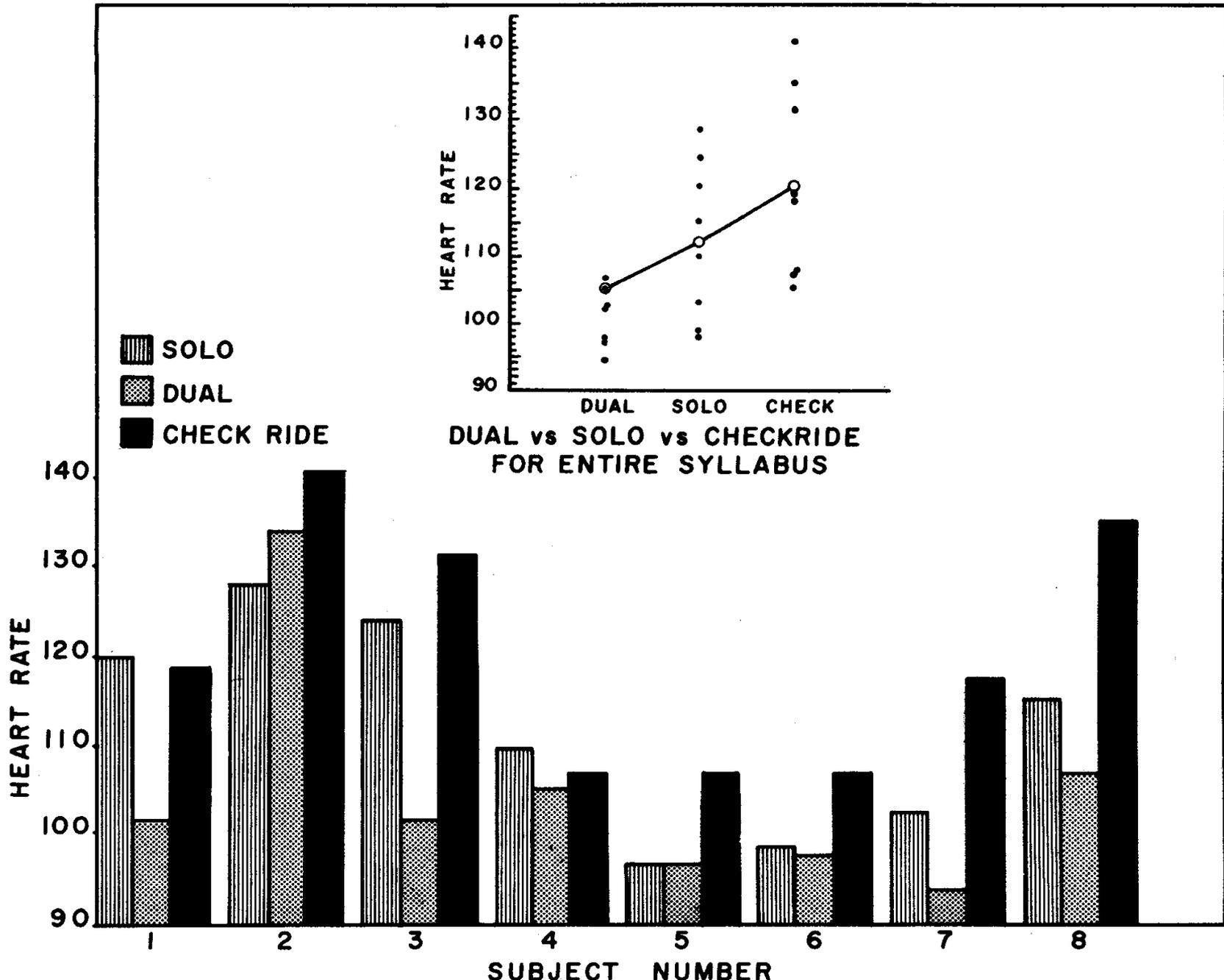


TABLE III. Maximum and Minimum Heart Rates For Each Subject By Event.

<i>Subject</i>	<i>Maximum</i>	<i>Event</i>	<i>Min.</i>	<i>Event</i>
1	156	Solo— Short Field Landings	83	Dual Simulated Emergency
2	174	Dual— Short Field Touch & Go	106	Dual Stalls with Hood On
3	149	Solo— Short Field Landing	86	Takeoff-dual
4	121	Dual— Short Field Landing	88	Dual, Turns
5	114	Check Flight— Short Field Landings	51	Dual, Stalls—
6	119	Landings, dual	71	Climbs, dual
7	127	Takeoffs, & Stalls— Check Flight	82	Glides-Takeoffs dual
8	166	Landings—Check Flight	77	Preliminaries dual

# Pilotage et stress

---

- FATIGUE MUSCULAIRE
  - Crispation
    - Palonnier, torse,
  - Compensation mouvements ??? Mm faibles turbulences
  - Role du tonus sympathique
- Mouvements des yeux (pertinence
- Adrenal fatigue

- Accident pau
- Rapports : totalement descriptifs à posteriori  
demande aux pilotes lors de sondages s'ils sont fatigués. Jamais avant de démarrer un vol ou juste à l'arrivée...
- Guerre



**Fatigue rarement mentionnée  
Certainement en rapport  
avec nombreux accidents**



# Aviation

## Accident Database & Synopses

The NTSB aviation accident database contains information from 1962 and later about civil aviation *accidents* and selected *incidents* within the United States, its territories and possessions, and in international waters. Generally, a **preliminary** report is available online within a few days of an accident. **Factual** information is added when available, and when the investigation is completed, the preliminary report is replaced with a **final** description of the accident and its probable cause. Full narrative descriptions may not be available for dates before 1993, cases under revision, or where NTSB did not have primary investigative responsibility.



# Aviation

1/1/1990 au 1/1/2010

34681 accidents.

( Dc : 7008)

- « pilot fatigue » : 72 cas

Décès	29
Prof.	27
Longue journée	13
Longs Vols	19
Agricoles	4
Déficit sommeil	14
IFR	16



# Aviation

## Phases du vol



# Avant le vol

- Quel vol ??????????
  - TdP ou Nancy Brest  
mauvaise  
MTO(crédibilité du  
propos)
- I'M FIT
- S'évaluer

# En vol

- **STRESS**
  - Réponse adrénérurgique
  - Nav :MTO, Position, zones...
  - Radiocomm
  - Pilotage :
    - attention permanente 6 instruments
    - Majeure
    - Moteur, Fuel,
    - I'M FIT ???
    - Inconforts du vol



- 
- Vol Economique
  - Vol Confortable
  - Sécurité

- Le facteur stress (réponse adrénérgique)
    - L'ennemi du pilote
      - Avant le vol
      - Pendant le vol
    - Multiples conséquences
      - Humeur, moins résistance
- Panique / hyperventilation

Prévention

Routine, préparation

Béta-

# Pilotage Economique

- Charge de travail réduite
  - Préparation ++ du vol
  - Organiser le cockpit (rangement, aides mémoires, bug)
- Pilotage facilité (surtout le jeune pilote)
  - Moyens de nav
  - Trim /PA
  - Bonne altitude
    - Turbulences, vitesse, conso
    - **O2 portable (simple, peu onéreux)**

