

VOLS LONG-COURRIERS

SOMMEIL ET VIGILANCE DES EQUIPAGES

GUIDE DE RECOMMANDATIONS



**Edité par la
Direction Générale
de l'Aviation Civile**

**Rédigé par le
Laboratoire d'Anthropologie Appliquée
Université René Descartes**



GUIDE DE RECOMMANDATIONS

I - Présentation du Guide

II - Elaboration et validation des recommandations

III - Recommandations pratiques

- **Découpage géographique**
- **Recommandations concernant :**
 - . **Les repos pré-courrier**
 - . **Les vols aller et retour**
- **Recommandations concernant les repos à l'escale:**
 - . **Rotations Transatlantiques (RT)**
 - . **Rotations Nord-Sud (RNS)**
 - . **Rotations vers l'Asie (RA)**

IV - Synthèses :

- 1 - Niveaux d'éveil - Hypovigilance**
- 2 - La Fatigue**
- 3 - La Monotonie**
- 4 - Les Rythmes circadiens**
- 5 - Le Sommeil et la Sieste**
- 6 - Les Décalages Horaires**
- 7 - L'hygiène de Vie**

V - Pour en Savoir Plus...

* * * *

* * * *

I - PRESENTATION DU GUIDE

* * * *

PRESENTATION DU GUIDE

Ce document regroupe, à l'attention des équipages d'avions long-courriers, un ensemble de recommandations pratiques relatives :

- à l'hypovigilance,
- au sommeil,
- à la sieste,
- à l'hygiène de vie.

Une application partielle ou complète de ces recommandations, lors de rotations long-courriers, doit permettre aux pilotes de :

- mieux gérer leur vigilance pendant les vols,
- limiter les privations de sommeil liées aux vols de nuit,
- faciliter, si besoin est, une adaptation aux horaires de l'escale, en fonction du décalage horaire subi.

Ces recommandations, qui ne constituent que des suggestions, s'appuient en priorité sur des critères d'ordre physiologique et chronobiologique.

Il va de soi que d'autres critères, en particulier sociaux, peuvent amener les navigants à opter pour des solutions différentes dans l'organisation de leur travail et de leur repos, en vol et à l'escale.

Ce guide comprend trois parties :

- un bref résumé des travaux menés par le LAA-GERPA de l'Université René Descartes (Paris V), en collaboration avec AIRBUS INDUSTRIE, sur la vigilance et le sommeil des pilotes d'avions long-courriers,
- des fiches pratiques concernant :
 - les repos pré-vol et les vols,
 - les repos à l'escale pour des Rotations Transatlantiques, Nord-Sud et vers l'Asie,
- des synthèses par thème sur les niveaux d'éveil, l'hypovigilance, le sommeil, les effet du décalage horaire...

Les synthèses sont destinées à servir de support pour une adaptation ou une personnalisation des recommandations, propres à chaque pilote, en fonction de ses habitudes de sommeil et de ses rythmes sociaux notamment.

Il convient d'insister sur l'aspect **préventif** des solutions pratiques énoncées dans ce guide. Leur bien-fondé repose sur les connaissances scientifiques actuelles mais également, voire principalement, sur les validations expérimentales menées avec des pilotes d'avions long-courriers.

Mieux gérer son sommeil par une meilleure connaissance de ses propres rythmes constitue une démarche personnelle qui doit, à terme, apporter un mieux-être dans la pratique professionnelle et la vie extra-professionnelle.

Elle constitue un des facteurs prépondérants de la santé des personnes assujetties à des rythmes de travail irréguliers, mais également une réelle contribution à l'amélioration de la sécurité du transport aérien.

* * * *

* * * *

**II - ELABORATION ET VALIDATION DES
RECOMMANDATIONS : PRINCIPAUX
RESULTATS**

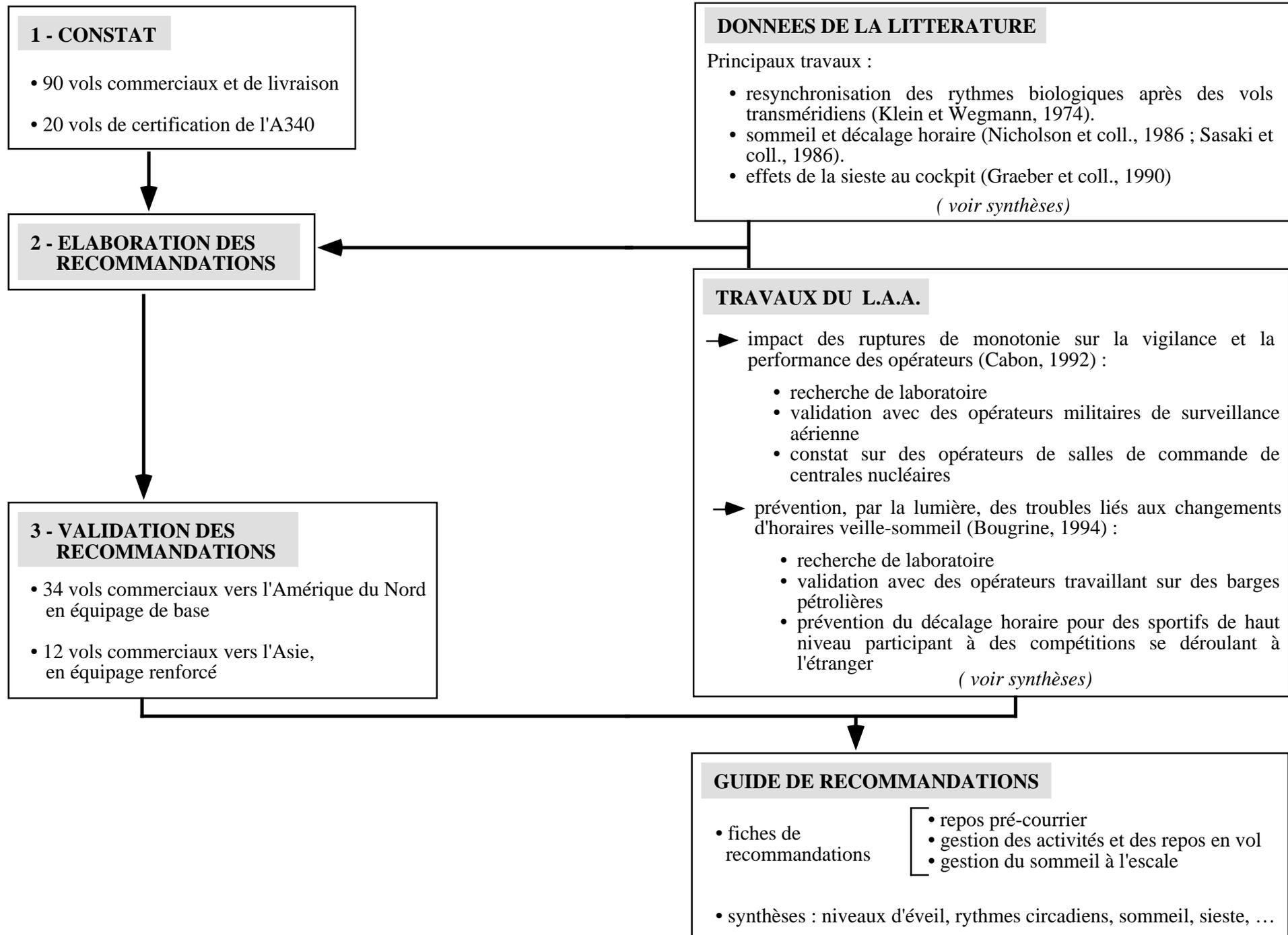
* * * *

Les recommandations présentées dans ce manuel ont été élaborées à la suite de la recherche menée par le LAA-GERPA (Université René Descartes) en collaboration avec AIRBUS INDUSTRIE, sur la vigilance et le sommeil des équipages d'avions long-courriers . Cette recherche, supportée par la DGAC, s'est déroulée en 3 étapes :

- I - Constat des survenues d'hypovigilance et des privations de sommeil pour les pilotes sur des vols long- et très long-courriers.
- II - Elaboration des recommandations.
- III - Validation des recommandations.

Elle a été conduite grâce à la participation d'équipages volontaires de différentes compagnies aériennes (AIR FRANCE, UTA, SABENA, LUFTHANSA, NORTHWEST). Au total, 156 vols ont été réalisés sur différents types d'avions (Boeing 747-200 et 747-400, Boeing 767, DC-10, Airbus A310, A320, A340) et pour des destinations très variées.

Ces recommandations s'appuient également sur des données récentes de la littérature dans le domaine aéronautique, ainsi que sur les travaux menés par le LAA sur la vigilance, le sommeil et l'organisation des cycles activité-repos pour des personnels affectés à des postes de surveillance de systèmes automatisés ou travaillant en horaires décalés.



I - CONSTAT -

Niveaux d'éveil et hypovigilance des pilotes d'avions long-courriers

Les périodes de diminution du niveau d'éveil (hypovigilances) surviennent fréquemment (jusqu'à 15% de la présence active au poste)

Elles sont observées de manière préférentielle :

- lors des vols transatlantiques et nord-sud en équipage de base, un peu moins lors des vols vers l'est,
- lors de phases calmes de la croisière, alors que l'équipage n'est pas engagé dans une activité particulière (surveillance passive),
- juste après les repas ou les collations,
- dans les périodes favorables à l'endormissement (23h00-01h00 et 13h00-15h00).

Elles surviennent parfois :

- simultanément pour les deux pilotes, même en équipage de base,
- lors de phases critiques (descente par exemple) ou lorsque l'équipage effectue des tâches liées à la gestion du vol (navigation, contrôle radar,...).

Elles sont réduites dans certaines circonstances :

- communications verbales,
- activités motrices associées à des tâches mentales (par exemple gestion de la navigation).

L'observation de l'activité de l'équipage indique une tendance à synchroniser les périodes d'activité et de repos ce qui peut expliquer la survenue des hypovigilances simultanées. De plus, la connaissance mutuelle des pilotes, de l'avion et de la route contribue à diminuer le niveau d'éveil.

Durée et qualité du sommeil à l'escale

Les durées et les qualités du sommeil sont dégradées sous l'effet du décalage horaire et des vols de nuit

On constate :

- des privations de sommeil importantes liées au vol de nuit,
- une durée et une qualité du sommeil satisfaisantes pour les rotations transatlantiques lorsque le vol aller se déroule de jour,
- un effet rebond sur le sommeil à l'escale, c'est-à-dire une augmentation de sa durée et une dégradation de sa qualité (fragmentation, éveils très fréquents) pour les rotations comportant un vol aller de nuit, vers l'est ou vers l'ouest.

Durée et qualité du sommeil en vol (équipage renforcé)

Les durées et les qualités du sommeil en vol sont fonction du sommeil de la nuit précédente et de la plage horaire du repos au cours du vol

On observe :

- une absence de coordination de l'équipage dans les jours qui précèdent la rotation, et de ce fait une préparation à la rotation qui ne prend pas en compte l'horaire des repos en vol. Ceci a pour effet :
 - des sommeils de faible durée et de qualité médiocre lorsque le repos est pris dans la première partie du vol (vols de nuit),
 - une pression importante du sommeil pour les pilotes en fonction dans la première partie du vol et un sommeil plus long et de meilleure qualité dans les dernières parties du vol.

II - ELABORATION DE RECOMMANDATIONS -

Objectifs : réduire les épisodes d'hypovigilance en vol, surtout celles pouvant survenir simultanément pour les deux pilotes, en agissant sur :

- **une bonne gestion du sommeil,**
- **une organisation des activités réduisant la monotonie du vol,**
- **une organisation optimale des repos en vol.**

Les recommandations concernent :

- la gestion du sommeil et des siestes avant la rotation en fonction de la plage horaire du repos en vol (lorsque cela a pu être planifié à l'avance),
- la gestion des activités et des repos en vol :
 - désynchronisation des périodes d'activité et de repos des deux pilotes : alternance de phases de veille passive-veille active à un rythme compris entre 20 et 40 minutes,
 - alternance des repas,
 - essentiellement pour les vols de nuit : profiter des phases de veille passive pour faire une sieste de 20 à 40 minutes,
 - modulation de la durée du repos en fonction de sa plage horaire : notamment augmenter la durée du repos pris dans la première partie du vol,
- le repos à l'escale :
 - ajustement ou non à l'horaire local en fonction de la durée de l'escale,
 - gestion du sommeil et des siestes,
 - exposition à la lumière extérieure, activité physique modérée,
 - hygiène alimentaire (prise de café, thé,...).

III - VALIDATION DES RECOMMANDATIONS -

Cette validation s'est déroulée en deux étapes :

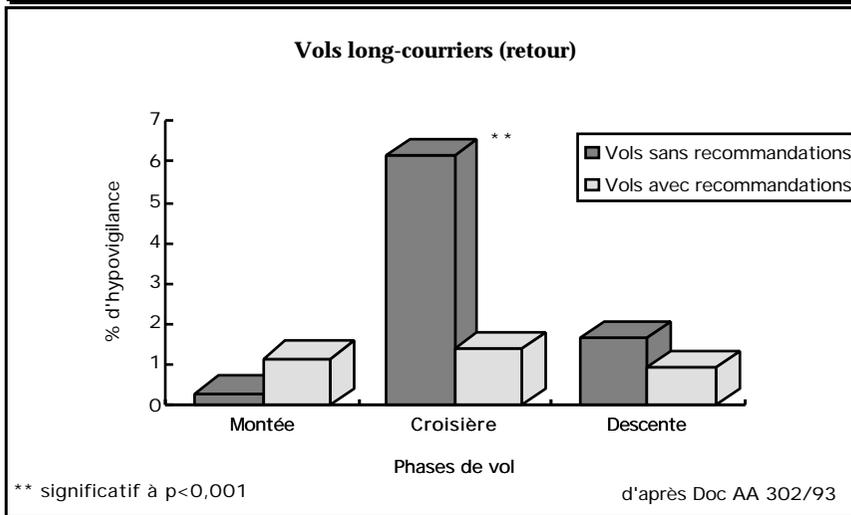
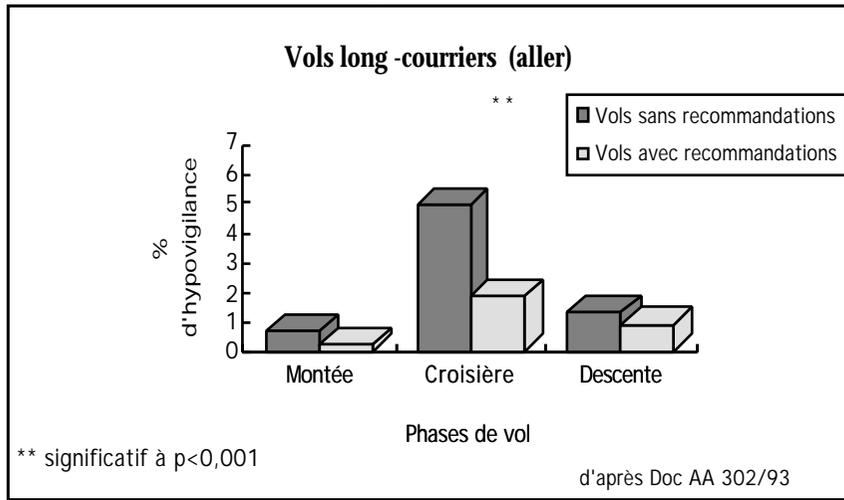
- validation sur 34 vols long-courriers transatlantiques, avec des durées de vol comprises entre 8 et 11 heures,
- validation sur 12 vols très long-courriers, en équipage renforcé, à destination de l'Asie, comportant des vols de 12 heures à 16 heures.

Les recommandations se sont avérées efficaces pour réduire significativement les pourcentages d'hypovigilances, tant pour les vols aller que pour les vols retour.

Cette réduction s'observe surtout lors de la phase de croisière et peut être attribuée à une réduction de la pression du sommeil et de la monotonie du vol.

- RESULTATS -

1 - Rotations long-courriers



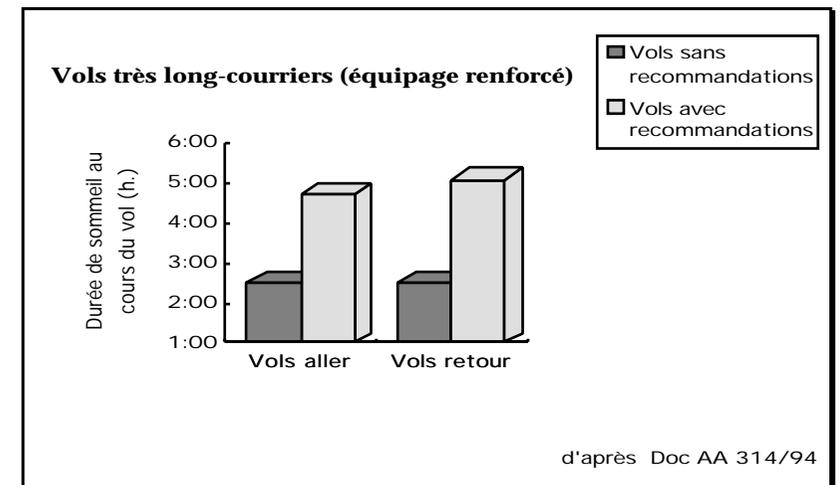
Le pourcentage (%) d'hypovigilance est déterminé en fonction de la période du vol considérée. Il est calculé en prenant en compte la durée effective de présence active des pilotes dans le poste de pilotage.

2 - Vols très long-courriers en équipage renforcé

Durée et qualité du sommeil au cours du vol

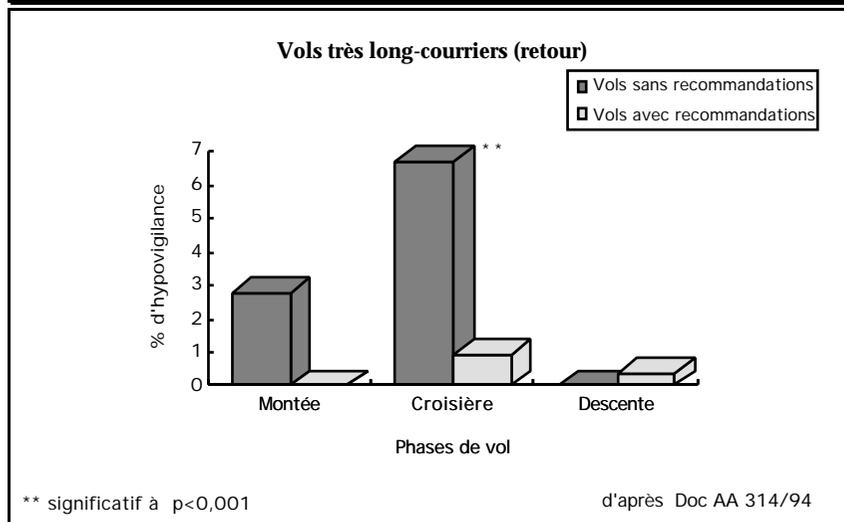
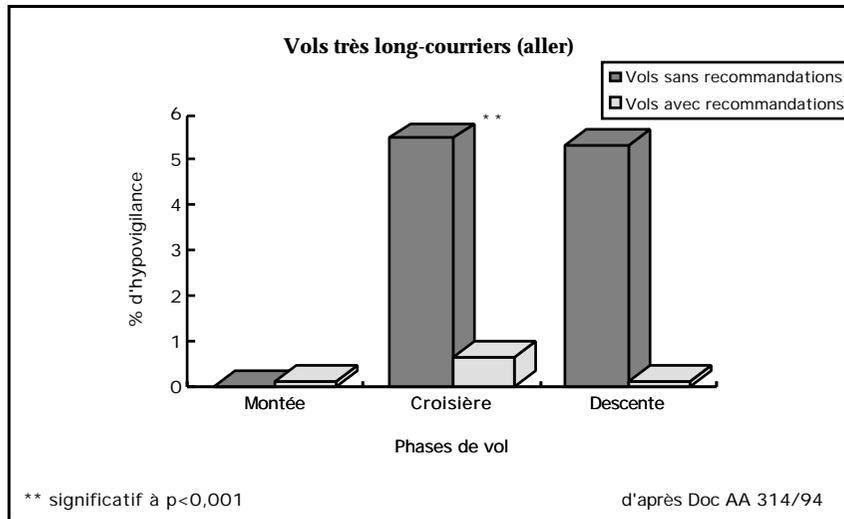
Les recommandations contribuent :

- à mieux répartir les durées de sommeil, quelle que soit la plage horaire du repos,
- à augmenter globalement la durée et la qualité du sommeil au cours des repos en vol.



Pourcentages d'hypovigilances au cours du vol

Comme pour les vols en équipage de base, les recommandations réduisent les pourcentages d'hypovigilances, aussi bien pour les vols aller que pour les vols retour. Cette réduction peut être attribuée à l'augmentation de la durée du sommeil lors des repos en vol et à une réduction de la monotonie.

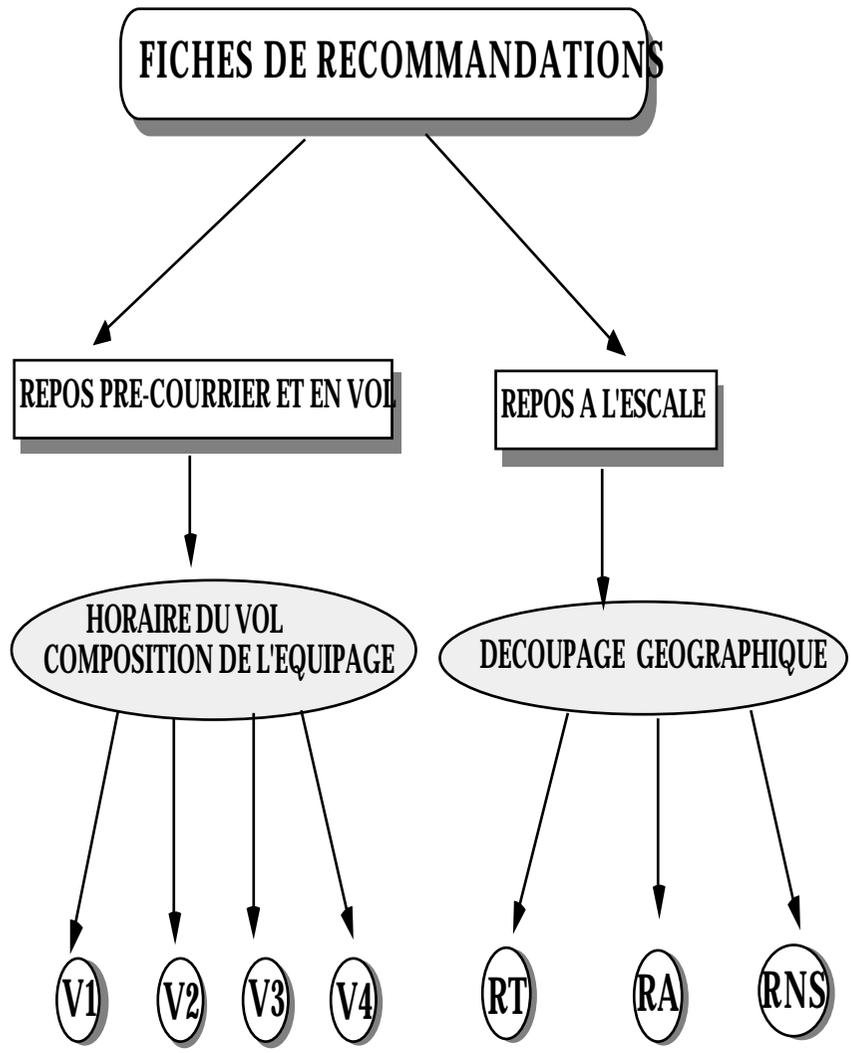


Le pourcentage (%) d'hypovigilance est déterminé en fonction de la période du vol considérée. Il est calculé en prenant en compte la durée effective de présence active des pilotes dans le poste de pilotage.

* * * *

III - RECOMMANDATIONS PRATIQUES

* * * *



Organisation des fiches de recommandations

Utilisation des fiches de recommandations

1 - Organisation des fiches -

Les fiches qui suivent contiennent des recommandations pratiques qui s'appliquent directement à la rotation que vous allez réaliser. Elles ont été prévues pour prendre en compte pratiquement toutes les situations que vous pouvez connaître dans le réseau long-courrier au départ de l'Europe de l'Ouest.

Ces fiches sont organisées en deux grandes catégories :

- recommandations concernant les repos pré-courrier et les vols, fiches V1 à V4,
- recommandations concernant les repos à l'escale, fiches RT, RNS et RA.

Pour chacune de ces catégories, vous trouverez un schéma vous permettant de retrouver rapidement la fiche qui vous concerne. Ces fiches sont identifiées par un code composé de lettres et d'un chiffre.

Recommandations pré-courrier et vol

Pour ces recommandations, deux facteurs ont été pris en compte :

- la plage horaire du vol: matin, après-midi ou soir,
- la composition de l'équipage, de base ou renforcé, qui correspond respectivement à des vols long-courriers et très long-courriers.

La comparaison de ces facteurs a conduit à la création de 4 fiches valables aussi bien pour les vols aller et retour :

- V1 : vol du matin ou d'après-midi en équipage de base,
- V2 : vol du matin ou d'après-midi en équipage renforcé,
- V3 : vol de nuit en équipage de base,
- V4 : vol de nuit en équipage renforcé.

Recommandations pour le repos à l'escale

Trois catégories sont distinguées en fonction du découpage géographique :

- Rotations Transatlantiques (RT) : décalage horaire vers l'Ouest, supérieur à TU-4,
- Rotations Nord-Sud (RNS) : décalage horaire très faible, compris entre TU-3 et TU+3,
- Rotations vers l'Asie (RA) : décalage horaire vers l'Est, supérieur à TU+4.

A chacune de ces catégories de rotations, correspond un schéma d'organisation des fiches. Dans chacun des schémas, trois facteurs sont présentés de manière hiérarchique (durée de l'escale, plage horaire du vol aller et plage horaire du vol retour). Pour les RT et les RA, la durée de l'escale a été considérée comme la plus importante car elle conditionne le degré de décalage horaire auquel vous allez être confronté. Pour les RNS, la plage horaire des vols aller et retour constitue le facteur le plus important car il permet de déterminer les plages horaires des phases d'activité et d'identifier les rotations entraînant des repos diurnes (sommeil de jour).

2 - Description des fiches -

Recommandations pré-courrier et vol

Chaque fiche (V1 à V4) contient les informations suivantes :

- l'identification de la fiche,
- les principales caractéristiques du vol,
- des recommandations concernant la période de repos pré-courrier,
- des recommandations concernant la gestion de l'activité en vol. Pour les vols réalisés en équipage renforcé, un graphique illustrant le texte est présenté en regard de la fiche.

Recommandations concernant les repos à l'escale

Chaque fiche est composée de trois parties :

- un texte de recommandations,
- un graphique illustrant ces recommandations,
- un cadre réservé aux notes personnelles.

Le texte comporte :

- l'identification de la fiche,
- les principales caractéristiques de la rotation,
- les recommandations proprement dites.

Le graphique représente les plages horaires :

- habituelles du sommeil à Paris ("portes du sommeil"),
- recommandées pour le sommeil à l'escale,
- recommandées pour l'exposition à la lumière (uniquement pour les escales longues).

Il est à noter que les horaires indiqués dans les fiches sont mentionnés à titre d'exemple (TU-5 pour les fiches RT, TU+8 pour les fiches RA, TU+1 pour les fiches RNS).

Il convient donc d'adapter ces horaires en fonction de la destination de votre rotation.

3 - Exemple d'utilisation -

L'exemple présenté ci-après s'applique à une rotation réelle de type Paris-New York (TU-5)-Paris :

- départ vol aller : 10h (heure de Paris),
- 24 heures d'escale,
- départ vol retour : 20h30 (heure de New-York).

La fiche qui doit être sélectionnée apparaît en grisé.

1 - Choix du découpage géographique en fonction du Décalage Horaire (DH)

DH\geqTU-4
TU-3\geqDH\leqTU+3
DH\geqTU+4

2 - Choix de la fiche repos pré-courrier et vol

V1	Vol aller
V2	
V3	Vol retour
V4	

3 - Choix de la fiche repos à l'escale

Transatlantiques
RT1
RT2
RT3
RT4
RT5

* * * *

IV – RECOMMANDATIONS PRATIQUES

* * * *

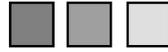
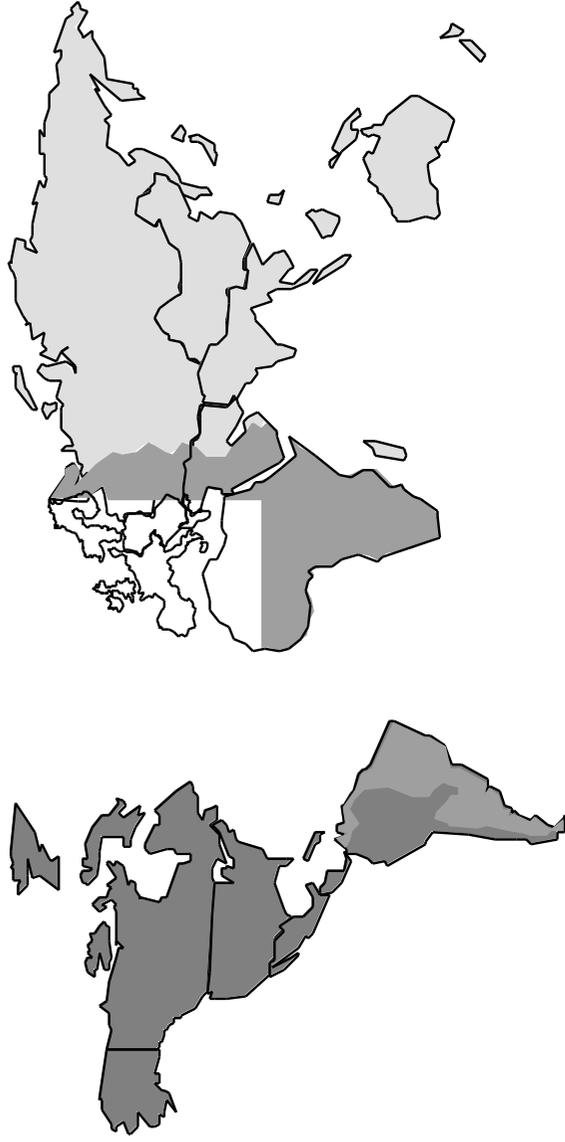
REGROUPEMENT GEOGRAPHIQUE

Rotations vers l'Ouest (RO)
Décalage Horaire (DH) \geq TU - 4

Rotations Nord-Sud (RNS)
TU - 3 \geq DH \leq TU + 3

Rotations vers l'Est (RE)
DH \geq TU + 4

Recommandations concernant le repos à l'escale après un vol long-courrier
Secteurs géographiques



Rotations vers l'Ouest (RO) : Décalage horaire TU - 4

Rotations Nord-Sud (RNS) ou moyens-courriers : Décalage horaire compris entre TU-3 et TU+3

Rotations vers l'Est (RE) : Décalage horaire TU + 4



Secteurs non concernés par les recommandations sur le repos à l'escale après un vol long-courrier

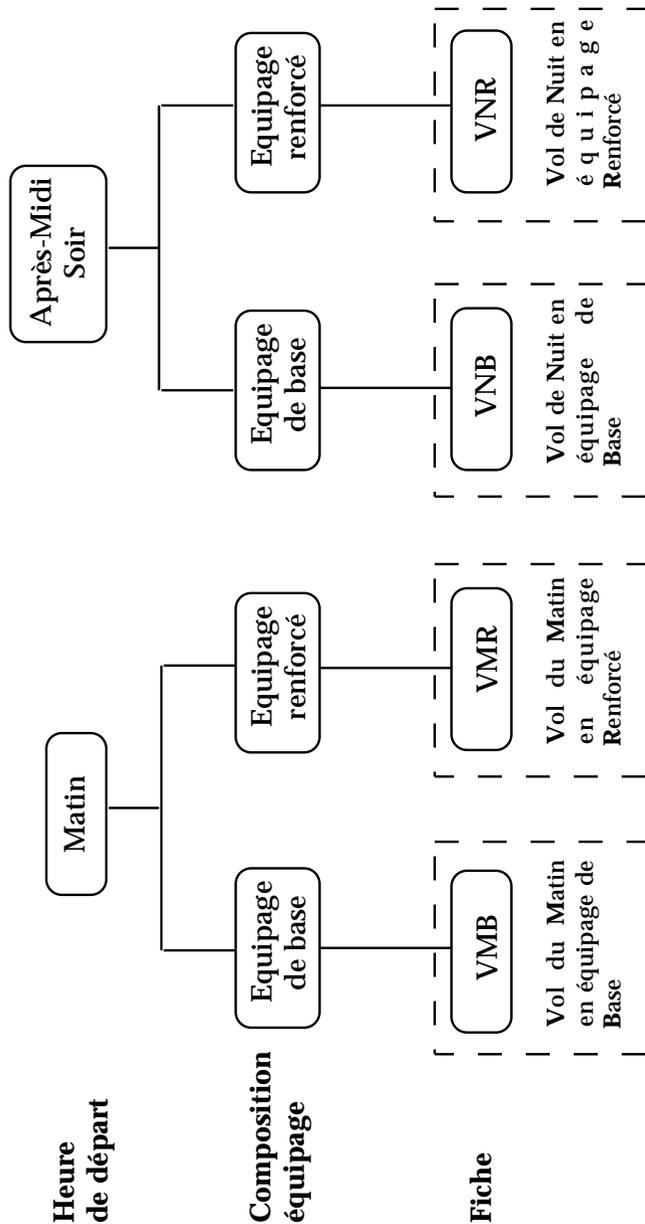
RECOMMANDATIONS CONCERNANT :

La période de repos pré-courrier

Les vols aller et retour : équipage de base et équipage renforcé

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES 24 HEURES PRECEDANT LE VOL ET AU COURS DU VOL

Choix de la fiche en fonction de la rotation



FICHE VMB

Principales caractéristiques des vols concernés

Horaire vol	Matin
Composition équipage	Equipage de base

Objectif :
**limiter la privation de sommeil liée au lever matinal,
 rompre la monotonie au cours du vol**

RECOMMANDATIONS POUR LA VEILLE DU DEPART

- + dans la journée : activité normale, exposition à la lumière du jour dans l'après-midi, éviter le café, le thé, ...
- + dans la journée ne pas faire de sieste, si possible,
- + le soir : repas léger, douche chaude, éviter le café, le thé, **se coucher le plus tôt possible.**

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE VOL

- + essayer d'alterner des phases de veille passive et de veille active pour rompre la monotonie du vol. Le degré de monotonie est variable selon le vol. Il est par exemple assez élevé pour des destinations transatlantiques.

Les phases de **veille active** sont caractérisées par :

- des échanges verbaux et des tâches liées à la gestion du vol,
- des actions motrices variées et associées à des tâches mentales par exemple, gestion de la navigation,
- l'absence de prise de repas au cours de cette période.

Les phases de **veille passive**, se caractérisent par une surveillance plus diffuse du déroulement du vol :

- Essayer de privilégier :
 - la prise de repas ou de collations, si possible au début de ces phases,
 - des activités non liées au vol (lecture de journaux, par exemple).

L'alternance optimale entre veille passive et veille active se situe entre 20 et 40 minutes en fonction du contexte du vol. Cette alternance se justifie essentiellement pendant les périodes calmes de la croisière. Il est essentiel **d'exprimer verbalement la fin de chaque phase de veille active-veille passive**, afin que votre équipier soit averti de la phase dans laquelle vous vous trouvez.

- + Eviter de prendre vos repas en même temps que votre équipier car ceci favorise les baisses de vigilance simultanées. Faites de même pour les pauses boissons et les "grignotages".

FICHE VMR (suite)

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE VOL

1 - REPOS

- + Certaines plages horaires se révèlent moins favorables au sommeil que d'autres. C'est notamment le cas dans la première partie du vol (matinée) pendant laquelle les latences d'endormissement sont généralement élevées. Cette difficulté peut être compensée en s'organisant de manière à ce que la **durée du repos pris dans la première partie du vol soit plus importante, environ 1 heure de plus**, que celle se situant au milieu ou dans la dernière partie du vol.

2 - ACTIVITE

- + alterner des phases de veille passive et de veille active pour rompre la monotonie du vol.

Les phases de veille active sont caractérisées par :

- des échanges verbaux et des tâches liées à la gestion du vol,
- des actions motrices variées et associées à des tâches mentales (par exemple, gestion de la navigation),
- l'absence de prise de repas au cours de cette période.

Les phases de veille passive se caractérisent par une surveillance plus diffuse du déroulement du vol :

- Essayer de privilégier :

- la prise de repas ou de collations, si possible au début de ces phases,
- des activités non liées au vol (lecture de journaux, par exemple).

L'alternance optimale entre veille passive et veille active se situe entre 20 et 40 minutes en fonction du contexte du vol. Cette alternance se justifie en particulier pendant les périodes calmes de la croisière. Il est essentiel **d'exprimer verbalement la fin de chaque phase de veille active-veille passive**, afin que votre équipier soit averti de la phase dans laquelle vous vous trouvez.

- + évitez de prendre vos repas en même temps que votre équipier car ceci favorise les baisses de vigilance simultanées. Faites de même pour les pauses boissons et les "grignotages".

FICHE VNB

Principales caractéristiques des vols concernés

Horaire vol	Après-midi ou soirée
Composition équipage	Equipage de base

Objectif :

retarder au maximum la pression du sommeil liée au vol de nuit

RECOMMANDATIONS POUR LES 24 HEURES PRECEDANT LE VOL

- + le soir : repas léger, douche chaude, éviter la prise de café ou de thé,
- + le matin du départ :
 - éviter de vous lever très tôt le matin,
 - essayer de faire une sieste avant le départ pour l'aéroport (si possible en début d'après-midi),
 - après la sieste : la prise de café ou de thé est recommandée.

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE VOL

- + essayer d'alterner des phases de veille passive et de veille active pour rompre la monotonie du vol.

Les phases de **veille active** sont caractérisées par :

- des échanges verbaux et des tâches liées à la gestion du vol,
- des actions motrices variées et associées à des tâches mentales (par exemple, gestion de la navigation),
- l'absence de prise de repas au cours de cette période.

Les phases de **veille passive** se caractérisent par une surveillance plus diffuse du déroulement du vol :

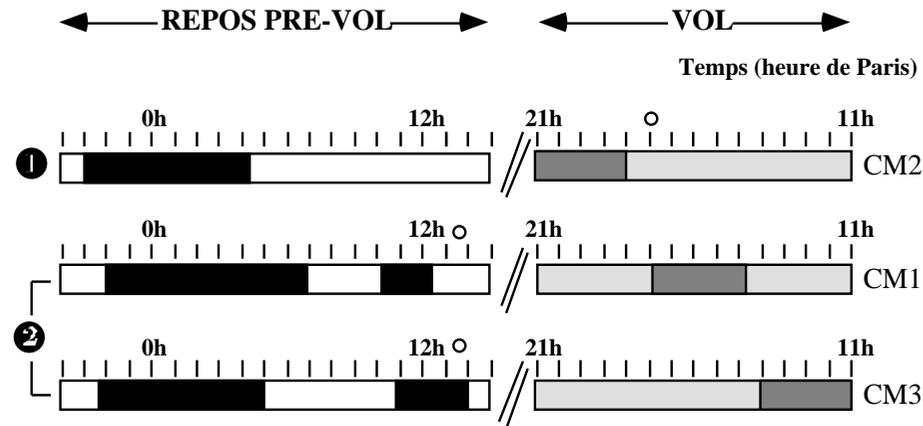
- Essayer de privilégier :

- la prise de repas ou de collations, si possible au début de ces périodes,
- des activités non liées au vol (lecture de journaux, par exemple),
- une sieste de courte durée qui retardera la pression du sommeil.

L'alternance optimale entre veille passive et veille active se situe entre 20 et 40 minutes en fonction du contexte du vol. Cette alternance se justifie essentiellement pendant les périodes calmes de la croisière. Il est essentiel **d'exprimer verbalement la fin de chaque phase de veille active-veille passive**, afin que votre équipier soit averti de la phase dans laquelle vous vous trouvez.

- + évitez de prendre vos repas en même temps que votre équipier car ceci favorise les baisses de vigilance simultanées. Faites de même pour les pauses boissons et les "grignotages".

Exemple de FICHE VNR



- Plages horaires de sommeil recommandées ○ : Café ou thé recommandé
- Vol
- Repos en vol (si on peut le planifier)
- CM1 : Commandant de bord
- CM2 } Copilotes
- CM3 }

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

FICHE VNR

Principales caractéristiques des vols concernés

Horaire vol	Après-midi ou soirée
Composition équipage	Equipage renforcé

Objectif :
gérer son sommeil en fonction des repos pris en vol quand ils ont pu être planifiés avant le départ, rompre la monotonie au cours du vol,

RECOMMANDATIONS POUR LA VEILLE DU DEPART

Elles sont différentes en fonction de la plage horaire de votre repos au cours du vol, si vous la connaissez à l'avance :

- ① **repos dans la première partie de vol** : cette partie se révèle en général la plus défavorable pour le sommeil. Il importe donc de s'y préparer préalablement en appliquant les recommandations suivantes :

- se coucher le plus tôt possible la veille du départ (dîner léger et douche chaude avant le coucher afin de faciliter un endormissement rapide),
- se lever dès le réveil spontané,
- s'exposer à la lumière du jour,
- éviter l'absorption de café, de thé,
- éviter de faire la sieste.

Avec cette organisation des repos qui privilégie un long sommeil la veille du départ (absence de privation de sommeil) et une longue période d'éveil pendant la journée, vous devriez vous endormir sans trop de difficultés lors de votre repos en vol.

- ② **repos dans la deuxième ou la troisième partie du vol** : vous serez au poste au moment du décollage et dans la première partie de la croisière. Il importe donc de retarder la pression du sommeil en appliquant les recommandations suivantes :

- se coucher à l'horaire habituel,
- se lever dès le réveil spontané,
- faire une sieste dans l'après-midi, vers 13-15h,
- la prise de café ou de thé à dose modérée est recommandée après la sieste.

FICHE VNR (suite)

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE VOL

1 - REPOS

- + Certaines plages horaires se révèlent moins favorables au sommeil. C'est notamment le cas dans la première partie du vol (fin d'après-midi ou début de soirée) pour laquelle les latences d'endormissement sont généralement élevées. Cette difficulté peut être compensée en s'organisant de manière à ce que la **durée du repos pris dans la première partie du vol soit plus importante (environ 1 heure de plus)** que celle se situant au milieu ou dans la dernière partie du vol.

2 - ACTIVITE

- + alterner des phases de veille passive et de veille active pour rompre la monotonie du vol.

Les phases de **veille active** sont caractérisées par :

- des échanges verbaux et des tâches liées à la gestion du vol,
- des actions motrices variées et associées à des tâches mentales (par exemple, gestion de la navigation),
- l'absence de prise de repas au cours de cette période.

Les phases de **veille passive** se caractérisent par une surveillance plus diffuse du déroulement du vol :

- Essayer de privilégier :

- la prise de repas ou de collations, si possible au début de ces phases,
- des activités non liées au vol (lecture de journaux, par exemple),
- une sieste de courte durée qui retardera la pression du sommeil.

L'alternance optimale entre veille passive et veille active se situe entre 20 et 40 minutes en fonction du contexte du vol. Cette alternance se justifie essentiellement pendant les périodes calmes de la croisière. Il est essentiel d'**exprimer verbalement la fin de chaque phase de veille active-veille passive**, afin que votre équipier soit averti de la phase dans laquelle vous vous trouvez.

- + essayer d'éviter de prendre vos repas en même temps que votre équipier ceci favorisant les baisses de vigilance simultanées. Faites de même pour les pauses boissons et les "grignotages".

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES REPOS A L'ESCALE

Rotations vers l'Ouest (RO)

Rotations Nord-Sud (RNS)

Rotations vers l'Est (RE)

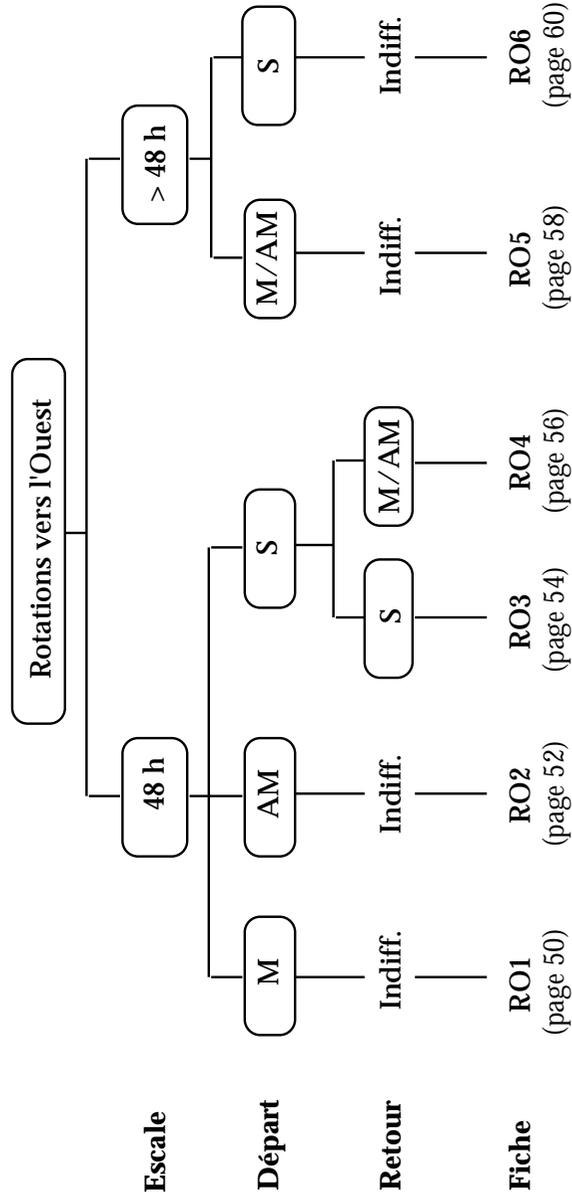
ROTATIONS

VERS L'OUEST

(RO)

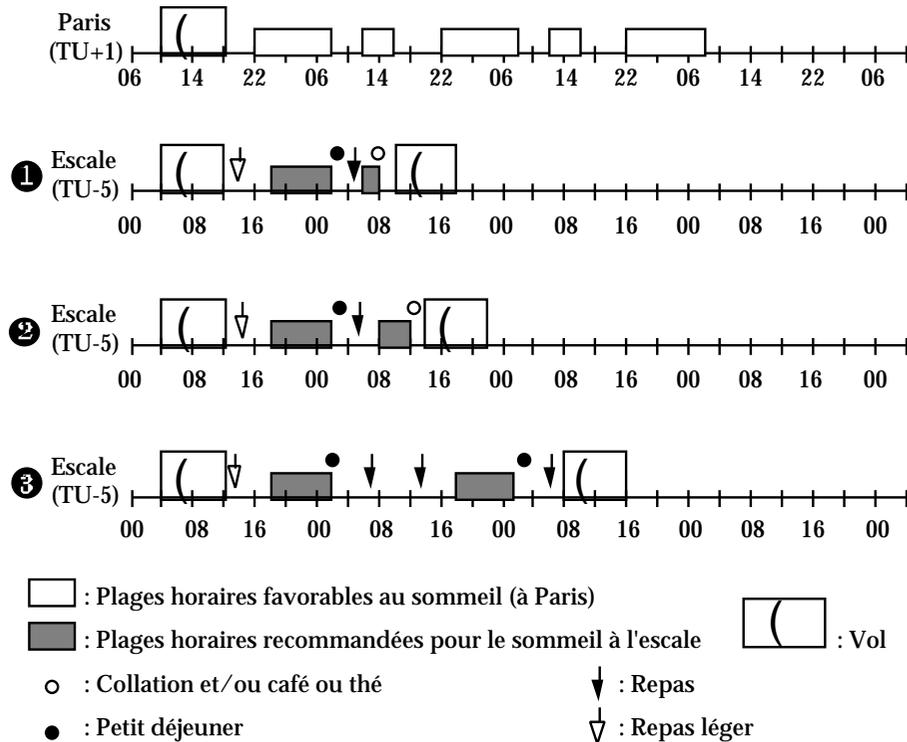
ROTATIONS VERS L'OUEST

Choix de la fiche en fonction de la rotation



M : Matin
 AM : Après-midi
 RO : Rotations vers l'Ouest
 S : Soir
 Indiff. : Indifférent

EXEMPLE DE ROTATION RO1



FICHE RO1

Principales caractéristiques des rotations concernées

Horaire vol aller	Matin
Décalage Horaire	≥ TU-4
Durée escale	≤ 48h
Horaire vol retour	Matin, après-midi ou soirée

Objectif :
éviter la synchronisation sur l'heure locale de l'escale

RECOMMANDATIONS

- + le premier jour, à l'arrivée à l'hôtel : prendre un repas léger, **éviter le café, le thé et la sieste,**
- + lorsque l'hôtel ne prévoit pas de services au cours de la nuit, prendre ses dispositions (provisions) pour un petit déjeuner,
- + après une douche chaude, **se coucher à compter de 18h locales,**
- + au réveil, qui devrait se produire dans la nuit, prendre un petit déjeuner,
- + le matin, prendre un repas consistant qui correspond au déjeuner, en heure de Paris.

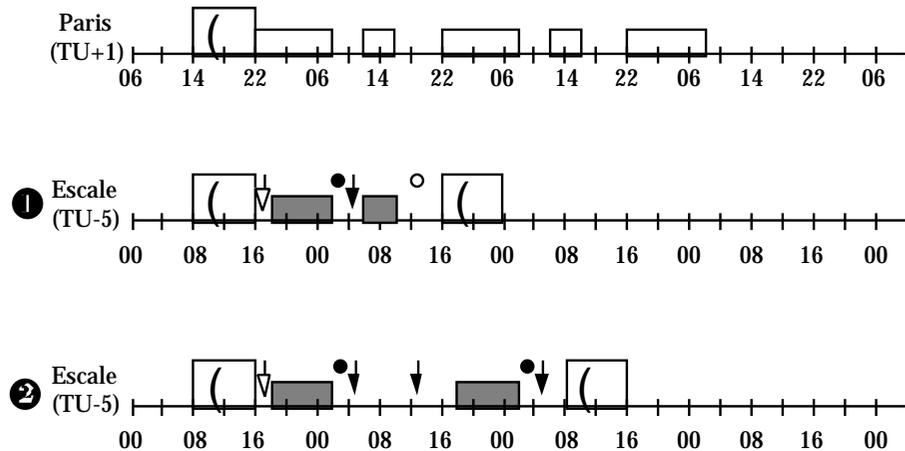
Si le vol retour est situé :

- ① **dans la matinée du même jour :** sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes. **La prise de café ou de thé à faible dose est recommandée après la sieste,**
- ② **l'après-midi ou dans la soirée du même jour :** sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), faire une sieste la plus longue possible. Cette sieste sera favorisée par le fait que vous vous trouvez dans une plage horaire favorable au sommeil (début d'après-midi en heures de Paris). Après cette sieste, **la prise de café ou de thé à dose modérée est recommandée,**
- ③ **dans la matinée du lendemain,** environ 45 heures après votre arrivée, les recommandations proposées pour le premier jour restent applicables. Cependant, si le besoin s'en fait sentir faire une sieste de courte durée, **sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé).**

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

EXEMPLE DE ROTATION RO2



- : Plages horaires favorables au sommeil (à Paris)
- : Plages horaires recommandées pour le sommeil à l'escale
- : Collation et/ou café ou thé
- : Petit déjeuner
- ↓ : Repas
- ▽ : Repas léger
- ⌋ : Vol

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

FICHE RO2

Principales caractéristiques des rotations concernées

Horaire vol aller	Après-midi
Décalage Horaire	≥ TU-4
Durée escale	≤ 48h
Horaire vol retour	Matin, après-midi ou soirée

Objectif :
éviter la synchronisation sur l'heure locale de l'escale

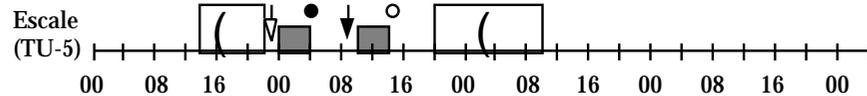
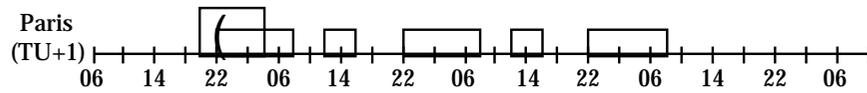
RECOMMANDATIONS

- + le premier jour, à l'arrivée à l'hôtel : prendre un repas léger, éviter le café, le thé et de faire la sieste,
- + lorsque l'hôtel ne prévoit pas de services au cours de la nuit, prendre ses dispositions (provisions) pour un petit déjeuner,
- + après une douche chaude, se coucher à compter de 18h locales,
- + au réveil, qui devrait se produire dans la nuit, prendre un petit déjeuner,
- + le matin, prendre un repas consistant qui correspond au déjeuner, en heures de Paris.

Si le vol retour est situé :

- 1 dans l'après-midi ou la soirée du même jour : sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), faire une sieste la plus longue possible. Cette sieste sera favorisée par le fait que vous vous trouvez dans une plage horaire favorable au sommeil (début d'après-midi en heures de Paris) ; après cette sieste, la prise de café ou de thé à dose modérée est recommandée,
- 2 le lendemain matin : la veille du départ, éviter de faire la sieste ou en limiter la durée, maximum 30 minutes ; appliquer les recommandations décrites pour le premier jour. Si le besoin s'en fait sentir et que l'horaire le permet, faire une sieste après le déjeuner, sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé).

EXEMPLE DE ROTATION RO3



- : Plages horaires favorables au sommeil (à Paris)
- : Plages horaires recommandées pour le sommeil à l'escale
- : Collation et/ou café ou thé
- : Petit déjeuner
- ⌋ : Vol
- ↓ : Repas
- ▽ : Repas léger

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

FICHE RO3

Principales caractéristiques des rotations concernées

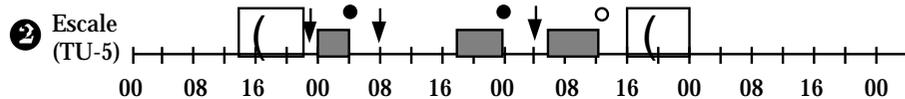
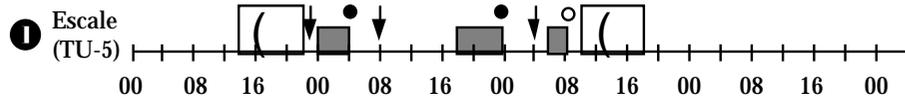
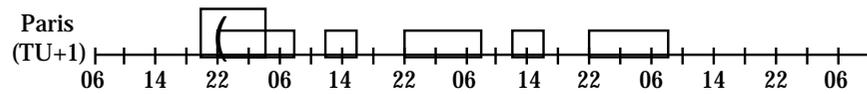
Horaire vol aller	Soirée
Décalage Horaire	≥ TU-4
Durée escale	≤ 48h
Horaire vol retour	Soirée

Objectif :
éviter la synchronisation sur l'heure locale de l'escale

RECOMMANDATIONS

- + le premier jour, à l'arrivée à l'hôtel : prendre un repas léger, **éviter le café , le thé, ...**
- + lorsque l'hôtel ne prévoit pas de services au cours de la nuit, prendre ses dispositions (provisions) pour un petit déjeuner,
- + après une douche chaude, se coucher dès que possible,
- + au réveil, qui devrait se produire assez tôt le matin, prendre un petit déjeuner,
- + le matin, prendre un repas consistant qui correspond au déjeuner (en heures de Paris). **Après ce déjeuner, sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), faire une sieste la plus longue possible.** Cette sieste sera favorisée par le fait que vous vous trouvez dans une plage horaire favorable au sommeil (début d'après-midi en heures de Paris) ; après cette sieste, **la prise de café ou de thé est recommandée.**

EXEMPLE DE ROTATION RO4



- : Plages horaires favorables au sommeil (à Paris)
- : Plages horaires recommandées pour le sommeil à l'escale
- : Collation et/ou café ou thé
- : Petit déjeuner
- ↓ : Repas
- ▽ : Repas léger
- ⌈ : Vol

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

FICHE RO4

Principales caractéristiques des rotations concernées

Horaire vol aller	Soirée
Décalage Horaire	≥ TU-4
Durée escale	≤ 48h
Horaire vol retour	Matin, après-midi

Objectif :
éviter la synchronisation sur l'heure locale de l'escale

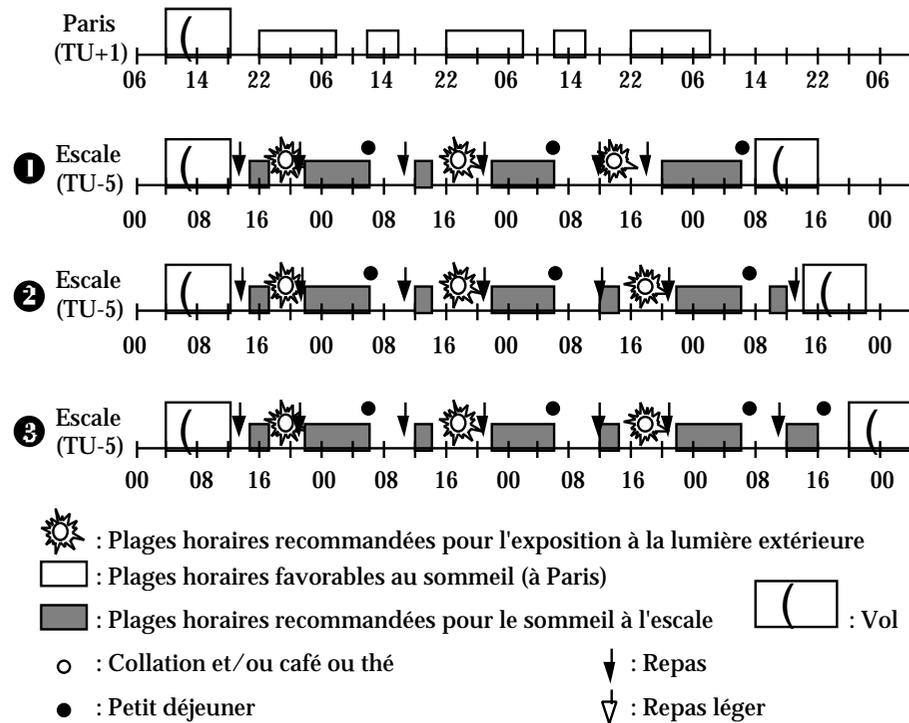
RECOMMANDATIONS

- + le premier jour, à l'arrivée à l'hôtel : prendre un repas léger, **éviter le café, le thé, ...**
- + lorsque l'hôtel ne prévoit pas de services au cours de la nuit, prendre ses dispositions (provisions) pour une collation,
- + après une douche chaude, **se coucher dès que possible,**
- + au réveil, qui devrait se produire assez tôt le matin, prendre un petit déjeuner,
- + le matin, prendre un repas consistant qui correspond au déjeuner (en heures de Paris),
- + éviter de faire la sieste dans la journée. Si le besoin s'en fait sentir en limiter la durée à 30 minutes,
- + lorsque l'hôtel ne prévoit pas de services au cours de la nuit, prendre ses dispositions (provisions) pour un petit déjeuner,
- + après une douche chaude, **se coucher dès que possible,**
- + au réveil, qui devrait se produire dans la nuit, prendre un petit déjeuner,
- + le matin, prendre un repas consistant qui correspond au déjeuner (en heures de Paris).

Si le vol retour est situé :

- 1 **dans la matinée** : sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), **prise de café ou de thé recommandée** lors du déjeuner. Profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes,
- 2 **dans l'après-midi**, sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), tenter de faire une sieste la plus longue possible dans la matinée. Au réveil, **la prise de café ou de thé est recommandée.**

EXEMPLE DE ROTATION RO5



NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

FICHE RO5

Principales caractéristiques des rotations concernées

Horaire vol aller	Matin, après-midi
Décalage Horaire	≥ TU-4
Durée escale	> 48h
Horaire vol retour	Matin, après-midi ou soirée

Objectif :
se synchroniser sur l'heure locale de l'escale

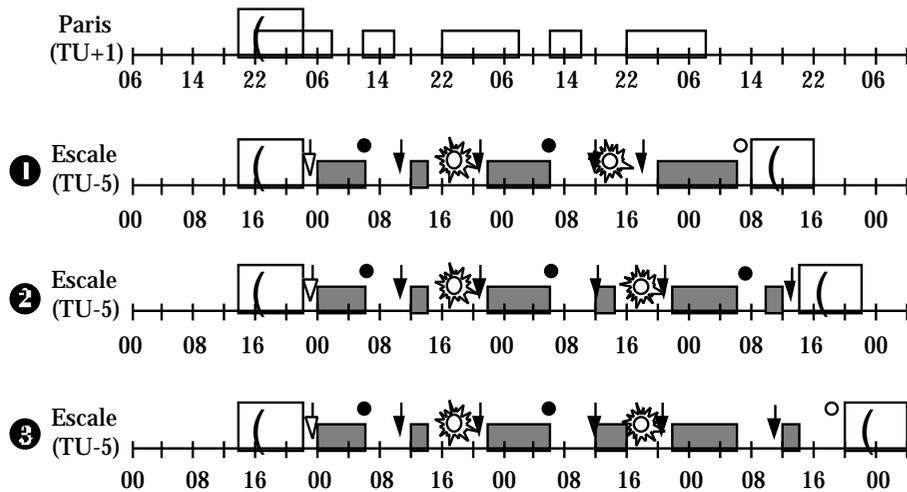
RECOMMANDATIONS

- + le premier jour, à l'arrivée à l'hôtel : repas, **prise de café ou de thé à faible dose recommandée**, douche fraîche,
- + éviter la sieste ou en limiter la durée (maximum 30 minutes),
- + dans l'après-midi s'exposer à la lumière extérieure,
- + le soir, repas, douche chaude, puis se coucher à compter de 22 h,
- + au réveil essayer de rester au lit jusqu'à 6 ou 7 h minimum,
- + le matin, prendre un petit déjeuner,
- + repas vers midi, **prise de café ou de thé possible**,
- + en début d'après-midi, tenter de faire une sieste de deux heures maximum,
- + dans l'après-midi : **exposition à la lumière extérieure** et activité physique légère (marche, ...)
- + le soir : dîner aux heures locales, se coucher à compter de 22 h,
- + mêmes recommandations pour les jours suivants.

Si le vol retour est situé :

- 1 **dans la matinée** : la veille ne pas faire de sieste dans l'après-midi afin de s'endormir le plus tôt possible. *Sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), prise de café ou de thé possible lors du petit déjeuner.* Profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes.
- 2 **l'après-midi** : se coucher la veille à compter de 22 h. Si l'horaire du vol le permet faire une sieste, *sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé).* Après cette sieste, **la prise modérée de café ou de thé est recommandée.**
- 3 **le soir** : faire une sieste la plus longue possible en début d'après-midi, *sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé).* Après cette sieste, **la prise modérée de café ou de thé est recommandée.**

EXEMPLE DE ROTATION RO6



- ☀ : Plages horaires recommandées pour l'exposition à la lumière extérieure
- : Plages horaires favorables au sommeil (à Paris)
- : Plages horaires recommandées pour le sommeil à l'escale
- : Collation et/ou café ou thé
- : Petit déjeuner
- ⏴ : Repas
- ⏵ : Repas léger
- () : Vol

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

FICHE RO6

Principales caractéristiques des rotations concernées

Horaire vol aller	Soirée
Décalage Horaire	≥ TU-4
Durée escale	> 48h
Horaire vol retour	Matin, après-midi ou soirée

Objectif :
se synchroniser sur l'heure locale de l'escale

RECOMMANDATIONS

- + se coucher à l'arrivée à l'hôtel après un repas léger, **sans prise de café , de thé, ...**
- + au réveil essayer de rester au lit jusqu'à 6 ou 7 h minimum,
- + le matin, prendre un petit déjeuner,
- + repas vers midi, **prise de café ou de thé possible,**
- + en début d'après-midi, tenter de faire une sieste de deux heures maximum,
- + dans l'après-midi : **exposition à la lumière extérieure** et activité physique légère (marche, ...)
- + le soir : dîner aux heures locales, se coucher à compter de 22 h,
- + mêmes recommandations pour les jours suivants.

Si le vol retour est situé :

- 1 **dans la matinée** : la veille ne pas faire de sieste dans l'après-midi afin de s'endormir le plus tôt possible. *Sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), prise de café ou de thé possible* lors du petit déjeuner. Profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes.
- 2 **l'après-midi** : se coucher la veille à compter de 22 h. Si l'horaire du vol le permet faire une sieste, *sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé).* Après cette sieste, **la prise modérée de café ou de thé est recommandée.**
- 3 **le soir** : faire une sieste la plus longue possible en début d'après-midi, *sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé).* Après cette sieste, **la prise modérée de café ou de thé est recommandée.**

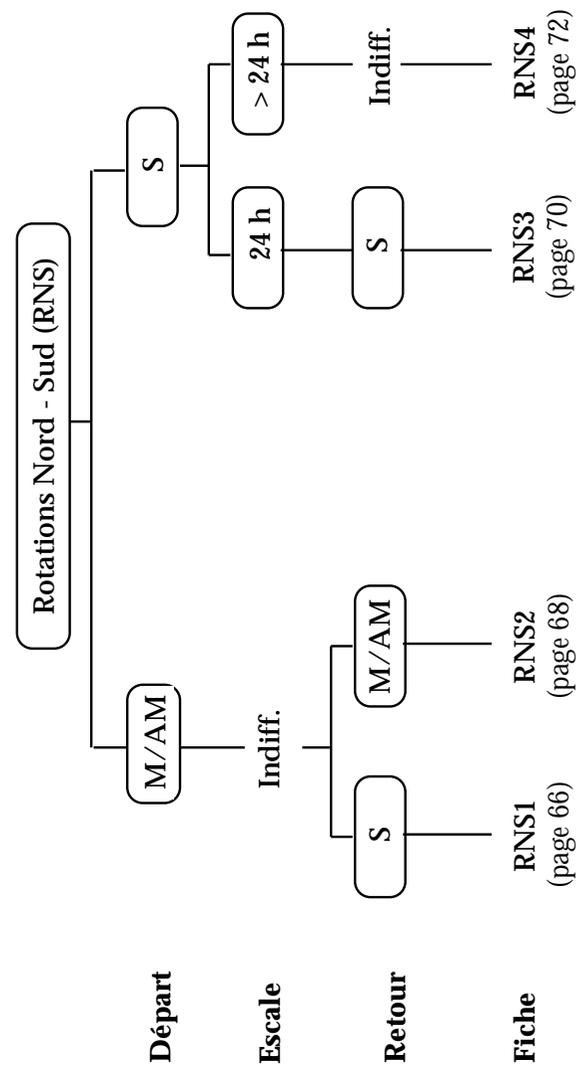
ROTATIONS

Nord - Sud

(RNS)

ROTATIONS NORD - SUD

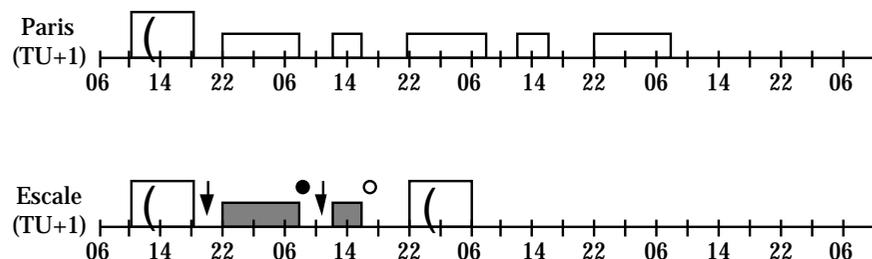
Choix de la fiche en fonction de la rotation



M : Matin
AM : Après-midi
RNS : Rotations Nord-Sud

S : Soir
Indiff. : Indifférent

EXEMPLE DE ROTATION RNS1



- : Plages horaires favorables au sommeil (à Paris)
- : Plages horaires recommandées pour le sommeil à l'escale
- : Collation et/ou café ou thé
- : Petit déjeuner
- ⌋ : Vol
- ↓ : Repas
- ▽ : Repas léger

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

FICHE RNS1

Principales caractéristiques des rotations concernées

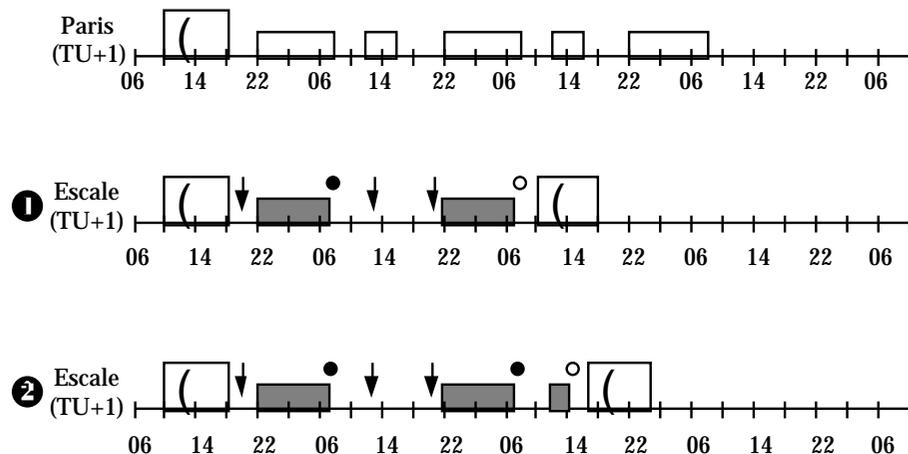
Horaire vol aller	Matin ou après-midi
Décalage Horaire	$TU - 3 \geq DH \leq TU + 3$
Durée escale	Indifférent
Horaire vol retour	Soirée

Objectif :
conserver un cycle activités-repos habituel

RECOMMANDATIONS

- + le premier jour, à l'arrivée à l'hôtel : douche chaude et dîner, **éviter le café, le thé, ...**
- + se coucher le plus tôt possible,
- + petit déjeuner aux heures habituelles, **prise de café ou de thé possible,**
- + mêmes recommandations pour les jours suivants, si l'escale se prolonge,
- + le jour du départ, déjeuner aux heures habituelles, **éviter le café, le thé, ...**
- + *sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), faire une sieste la plus longue possible en début d'après-midi, en préparation du vol retour de nuit. Après cette sieste, la **prise de café ou de thé à dose modérée est recommandée.***

EXEMPLE DE ROTATIONS RNS2



- : Plages horaires favorables au sommeil (à Paris)
- : Plages horaires recommandées pour le sommeil à l'escale
- : Collation et/ou café ou thé
- : Petit déjeuner
- ⬇ : Repas
- ⬇ : Repas léger
- ⌋ : Vol

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

FICHE RNS2

Principales caractéristiques des rotations concernées

Horaire vol aller	Matin ou après-midi
Décalage Horaire	$TU - 3 \geq DH \leq TU + 3$
Durée escale	Indifférent
Horaire vol retour	Matin ou après-midi

Objectif :
conserver un cycle activités-repos habituel

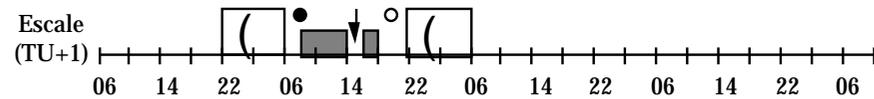
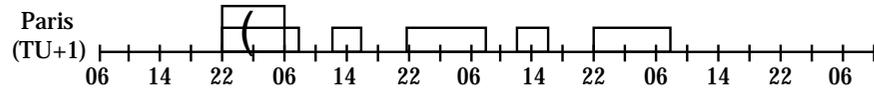
RECOMMANDATIONS

- + le premier jour, à l'arrivée à l'hôtel : douche chaude et diner, **éviter le café , le thé, ...**
- + se coucher le plus tôt possible,
- + mêmes recommandations pour les jours suivants, si l'escale se prolonge.

Si le vol retour est situé :

- 1 **dans la matinée** : *sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), la prise de café ou de thé à dose modérée est recommandée* au cours du petit déjeuner. Profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes,
- 2 **dans l'après-midi** : **éviter le café ou le thé** lors du petit déjeuner. *Sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), sieste la plus longue possible, en début d'après-midi si l'horaire le permet. Au réveil, la prise de café ou de thé à dose modérée est recommandée.*

EXEMPLE DE ROTATION RNS3



- : Plages horaires favorables au sommeil (à Paris)
- : Plages horaires recommandées pour le sommeil à l'escale
- : Collation et/ou café ou thé
- : Petit déjeuner
- ↓ : Repas
- ▽ : Repas léger
- Ⓢ : Vol

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

FICHE RNS3

Principales caractéristiques des rotations concernées

Horaire vol aller	Soirée
Décalage Horaire	$TU - 3 \geq DH \leq TU + 3$
Durée escale	< 24 h
Horaire vol retour	Soirée

Objectif :

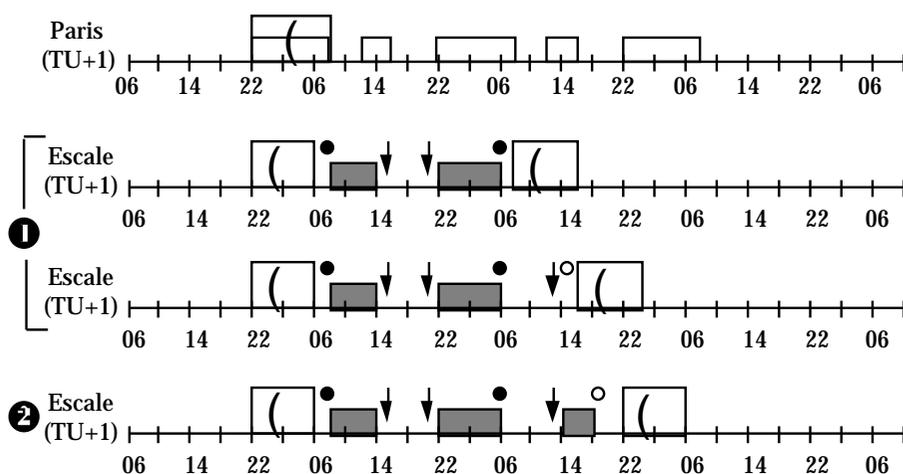
se préparer le mieux possible avant la rotation pour réduire les impacts de la privation de sommeil liée aux vols de nuit

RECOMMANDATIONS

- + cette rotation constitue l'un des cas les plus préjudiciables à la durée et à la qualité de votre sommeil. Il convient donc de s'y préparer tout particulièrement dans les jours qui précèdent le départ. Pour cela, reportez-vous aux recommandations concernant les repos pré-courrier (fiches VNB [page 41] ou VNR [page 42]).
- + à l'arrivée à l'hôtel, **éviter absolument la prise de café ou de thé.** Prendre un petit déjeuner,
- + douche chaude, puis se coucher le plus tôt possible. Veillez à **vous isoler le mieux possible de la lumière et du bruit extérieur,**
- + si votre réveil survient en fin de matinée, prendre un repas.
Sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), se recoucher en début d'après-midi pour une sieste la plus longue possible. Après cette sieste, la prise de café ou de thé à dose modérée est recommandée.

FICHE RNS4

EXEMPLE DE ROTATION RNS4



- : Plages horaires favorables au sommeil (à Paris)
- : Plages horaires recommandées pour le sommeil à l'escale
- : Collation et/ou café ou thé
- : Petit déjeuner
- ⌋ : Repas
- ⌋ : Repas léger
- ⌋ : Vol

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

Principales caractéristiques des rotations concernées

Horaire vol aller	Soirée
Décalage Horaire	$TU - 3 \geq DH \leq TU + 3$
Durée escale	< 48 h
Horaire vol retour	Matin, après-midi ou soirée

Objectif :
se préparer le mieux possible avant la rotation pour réduire les impacts de la privation de sommeil liée aux vols de nuit

RECOMMANDATIONS

- + cette rotation constitue l'un des cas les plus préjudiciables à la durée et à la qualité de votre sommeil. Il convient donc de s'y préparer tout particulièrement dans les jours qui précèdent le départ. Pour cela, reportez-vous aux recommandations concernant les repos pré-courrier (fiches VNB [page 41] ou VNR [page 42]).
- + à l'arrivée à l'hôtel, **éviter absolument la prise de café, de thé, ...** Prendre un petit déjeuner,
- + douche chaude, puis se coucher le plus tôt possible. Veillez à vous **isoler le mieux possible de la lumière et du bruit extérieur**,
- + après votre réveil spontané qui devrait survenir entre 12h et 14h, repas **avec prise de café ou de thé à dose modérée recommandée**,
- + éviter de faire la sieste afin de ne pas affecter le sommeil de la nuit suivante,
- + privilégier une activité physique légère (marche, ...)
- + le soir, repas aux heures habituelles, **éviter la consommation de café, de thé, ...** Après une douche chaude, se coucher aux heures habituelles.

Si le vol retour est situé :

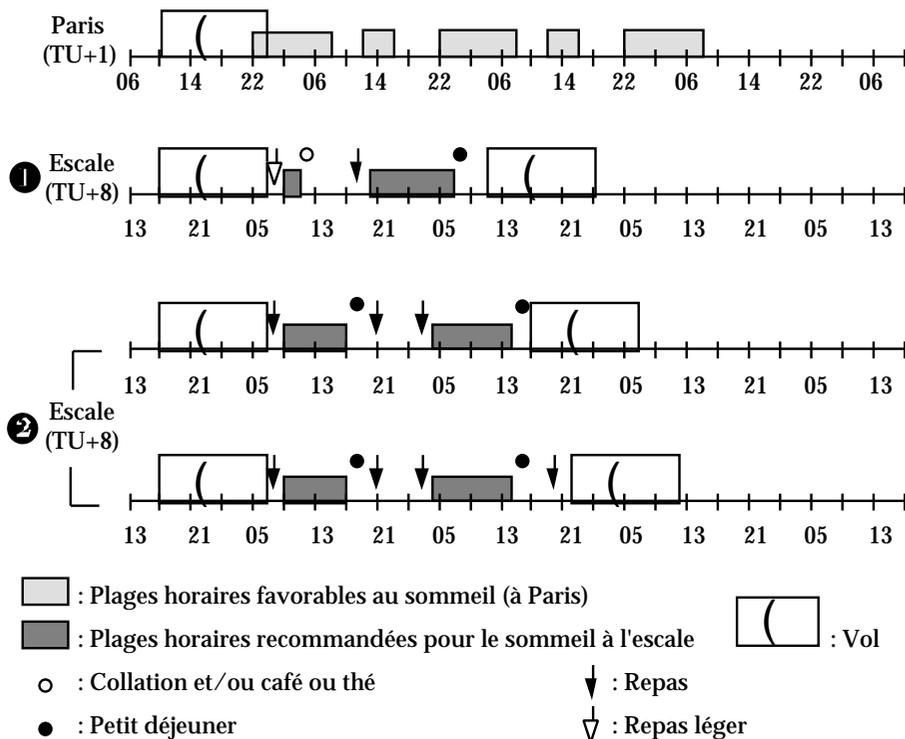
- 1 **dans la matinée ou l'après-midi** : *sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), la prise de café ou de thé à dose modérée est recommandée* au petit déjeuner. Profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes,
- 2 **dans la soirée** : *sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), prise de café ou de thé possible* au petit déjeuner. Après un déjeuner pris aux heures habituelles, éviter la prise de café ou de thé, puis faire une sieste la plus longue possible, *sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé)*. Au réveil la **prise de café ou de thé à faible dose est recommandée.**

ROTATIONS

Vers l'Est

(RE)

EXEMPLE DE ROTATION RE1



NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

FICHE RE1

Principales caractéristiques des rotations concernées

Horaire vol aller	Matin
Décalage Horaire	≥ TU+4
Durée escale	≤ 48 h
Horaire vol retour	Matin, après-midi ou soirée

Objectif :
éviter la synchronisation sur l'heure locale de l'escale

RECOMMANDATIONS

- le vol retour est situé dans la matinée :
 - + le premier jour, à l'arrivée à l'hôtel : douche fraîche et repas léger, **la prise de café ou le thé est recommandée**. Si vous ressentez le besoin de faire une sieste, en limiter la durée à 1 heure maximum, dîner vers 20h, **éviter la prise de café, de thé, ...**
 - + prendre une douche chaude, puis se coucher vers 21h. Votre endormissement sera facilité par le fait que vous vous trouvez dans une plage horaire favorable à l'endormissement (début d'après-midi en heures de Paris),
 - + **au réveil :** *sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), prise de café ou de thé recommandée* lors du petit déjeuner, profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes.
- le vol retour est situé dans l'après-midi ou la soirée :
 - + à l'arrivée à l'hôtel : douche chaude, repas, **éviter la prise de café, de thé**, se coucher le plus tôt possible,
 - + au réveil : petit déjeuner, **prise de café ou de thé recommandée**, privilégier une activité physique légère, marche...
 - + déjeuner vers 21h et dîner le plus tard possible,
 - + se coucher le plus tard possible de manière à dormir à une heure correspondant à votre horaire habituel de sommeil à Paris,
 - + **au réveil :** *sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), prise de café ou de thé recommandée* lors du petit déjeuner, profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes.

EXEMPLE DE ROTATION RE2

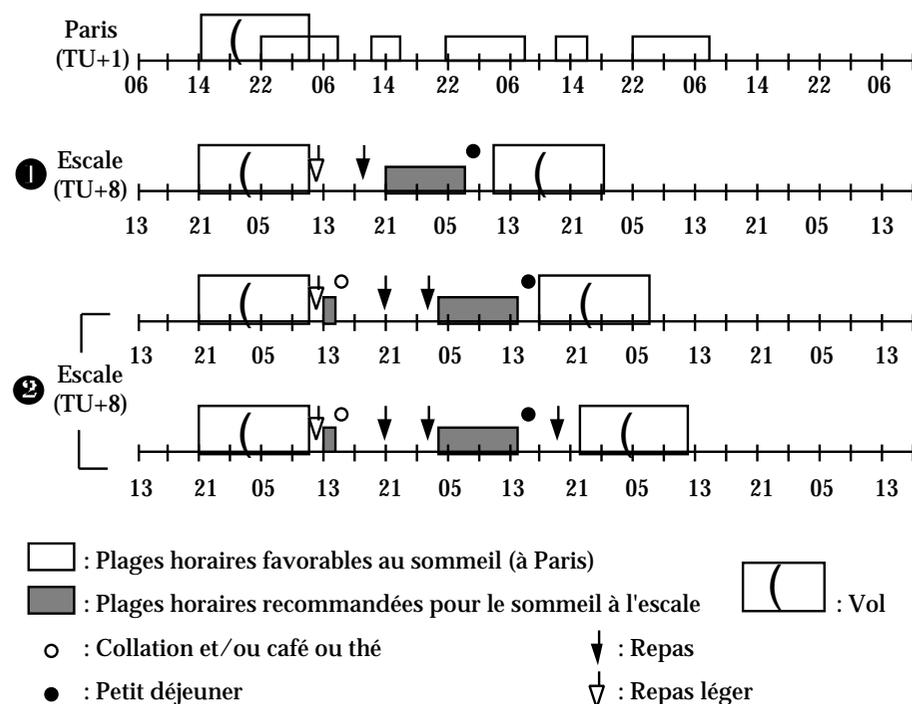
FICHE RE2

Principales caractéristiques des rotations concernées

Horaire vol aller	Après-midi
Décalage Horaire	≥ TU+4
Durée escale	≤ 48 h
Horaire vol retour	Matin, après-midi ou soirée

Objectif :
éviter la synchronisation à l'heure de l'escale

RECOMMANDATIONS



NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

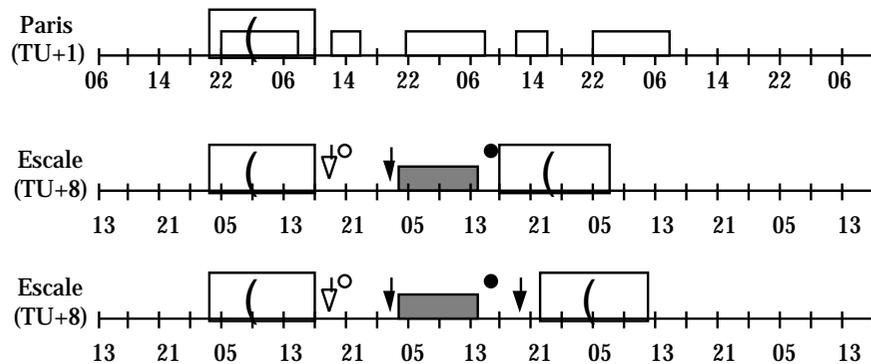
1 le vol retour est situé dans la matinée :

- + le premier jour, à l'arrivée à l'hôtel : repas léger, la **prise de café et de thé à dose modérée est recommandée**,
- + douche fraîche et **éviter de faire la sieste**,
- + dans l'après-midi : activité physique légère (marche),
- + dîner vers 20h, **éviter le café, le thé, ...**
- + se coucher vers 21h, après une douche chaude. Votre endormissement sera favorisé par le fait que vous vous trouvez dans une plage horaire favorable à l'endormissement (début d'après-midi en heures de Paris),
- + **au réveil** : sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), **prise de café ou de thé recommandée** lors du petit déjeuner. Profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes,

2 le vol retour est situé dans l'après-midi ou la soirée :

- + à l'arrivée à l'hôtel : douche fraîche, repas léger, la **prise de café et de thé est recommandée**. Si vous ressentez le besoin de faire une sieste, en limiter la durée à une heure maximum,
- + déjeuner vers 21h et dîner le plus tard possible,
- + se coucher le plus tard possible de manière à dormir à une heure correspondant à votre horaire habituel de sommeil à Paris,
- + **au réveil** : sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), **prise de café ou de thé recommandée** lors du petit déjeuner. Profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes.

EXEMPLE DE ROTATION RE3



- : Plages horaires favorables au sommeil (à Paris)
- : Plages horaires recommandées pour le sommeil à l'escale
- : Collation et/ou café ou thé
- : Petit déjeuner
- ∇ : Repas
- ∇ : Repas léger
- ⌋ : Vol

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

FICHE RE3

Principales caractéristiques des rotations concernées

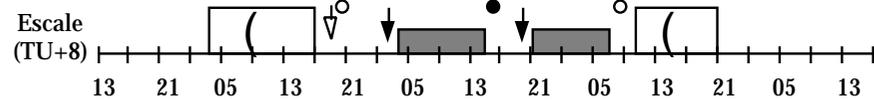
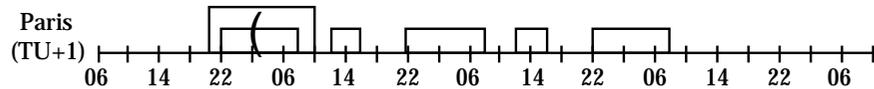
Horaire vol aller	Soirée
Décalage Horaire	$\geq TU+4$
Durée escale	≤ 48 h
Horaire vol retour	Après-midi ou soirée

Objectif :
éviter la synchronisation sur l'heure locale de l'escale

RECOMMANDATIONS

- + à l'arrivée à l'hôtel : repas léger, douche fraîche, **éviter de faire la sieste, prise de café et de thé recommandée,**
- + privilégier une activité physique légère, marche...
- + dîner le plus tard possible,
- + se coucher le plus tard possible de manière à dormir à une heure correspondant à votre horaire habituel de sommeil à Paris,
- + **au réveil :** *sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), prise de café ou de thé recommandée* lors du petit déjeuner. Profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes.

EXEMPLE DE ROTATIONS RE4



- : Plages horaires favorables au sommeil (à Paris)
- : Plages horaires recommandées pour le sommeil à l'escale
- : Collation et/ou café ou thé
- : Petit déjeuner
- ∇ : Repas
- ∇ (pointed down) : Repas léger
- ⌒ : Vol

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée**.

FICHE RE4

Principales caractéristiques des rotations concernées

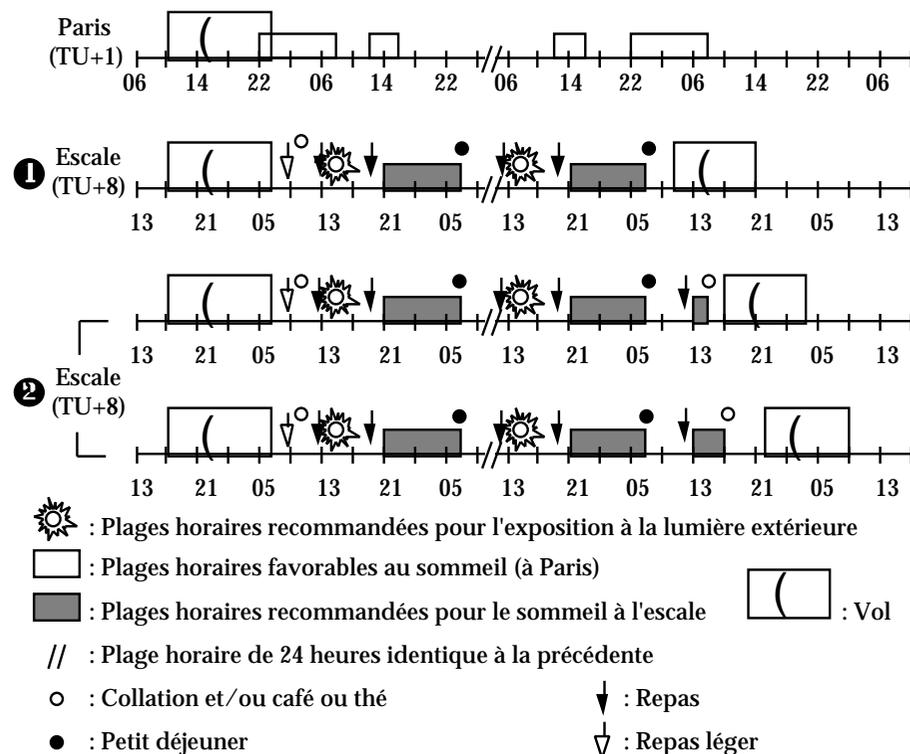
Horaire vol aller	Soirée
Décalage Horaire	$\geq TU+4$
Durée escale	≤ 48 h
Horaire vol retour	Matin

Objectif :
éviter la synchronisation sur l'heure locale de l'escale

RECOMMANDATIONS

- + à l'arrivée à l'hôtel : repas léger, douche fraîche, **éviter de faire la sieste, prise de café et de thé recommandée**,
- + diner le plus tard possible,
- + se coucher le plus tard possible de manière à dormir à une heure correspondant à votre horaire habituel de sommeil à Paris,
- + au réveil : petit déjeuner, **prise de café ou de thé recommandée**, privilégier une activité physique légère, marche, ...
- + déjeuner vers 20h ,
- + prendre une douche chaude, puis se coucher vers 21h . Votre endormissement sera facilité par le fait que vous vous trouvez dans une plage horaire favorable à l'endormissement (début d'après-midi en heures de Paris),
- + **au réveil** : sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), **prise de café ou de thé recommandée** lors du petit déjeuner. Profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes.

EXEMPLE DE ROTATION RE5



NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée**.

FICHE RE5

Principales caractéristiques des rotations concernées

Horaire vol aller	Matin ou après-midi
Décalage Horaire	≥ TU+4
Durée escale	> 48 h
Horaire vol retour	Matin, après-midi ou soirée

Objectif :
se synchroniser sur l'heure locale de l'escale

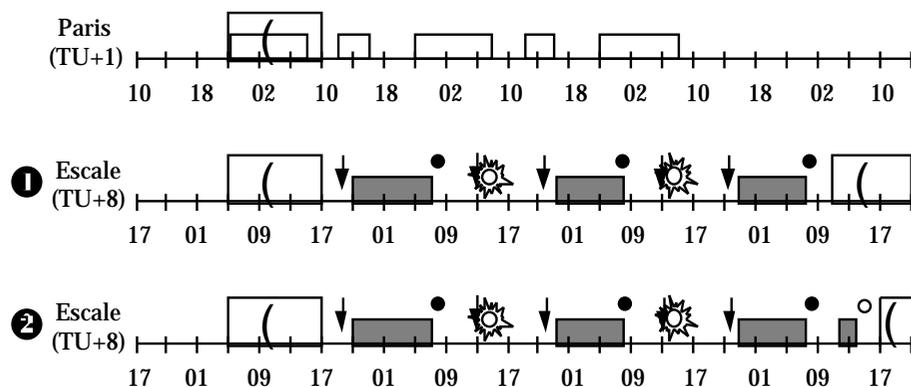
RECOMMANDATIONS

- + dès le premier jour, essayer de respecter les heures locales de repas. A l'arrivée à l'hôtel : douche fraîche, repas léger, **prise de café et thé recommandée**, activité physique légère (marche),
- + vers 12h, repas, **prise de café ou de thé recommandée**,
- + entre 13h et 17h, activité physique (marche) et **exposition à la lumière extérieure**,
- + dîner à compter de 20h, **éviter la prise de café, de thé, ...**
- + douche chaude et coucher à compter de 21 heures, plage horaire favorable à l'endormissement (début d'après-midi en heures de Paris),
- + au réveil : petit déjeuner, **prise de café ou de thé recommandée**,
- + mêmes recommandations pour les jours suivants.

Si le vol retour est situé :

- 1 **dans la matinée** : sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), **prise de café ou de thé possible** lors du petit déjeuner. Profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes.
- 2 **dans l'après-midi ou la soirée** : sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), **faire une sieste la plus longue possible après le déjeuner**. Après cette sieste, la **prise de café ou de thé à dose modérée est recommandée**.

EXEMPLE DE ROTATION RE6



- ☀ : Plages horaires recommandées pour l'exposition à la lumière extérieure
- : Plages horaires favorables au sommeil (à Paris)
- : Plages horaires recommandées pour le sommeil à l'escale
- : Collation et/ou café ou thé
- : Petit déjeuner
- ⬇ : Repas
- ⬇ : Repas léger
- ⌋ : Vol

NOTES PERSONNELLES

Les horaires indiqués dans les recommandations ne constituent que des suggestions. Ils sont **toujours en heures locales pour l'escale concernée.**

FICHE RE6

Principales caractéristiques des rotations concernées

Horaire vol aller	Soirée
Décalage Horaire	≥ TU+4
Durée escale	> 48 h
Horaire vol retour	Matin, après-midi ou soirée

Objectif :
se synchroniser sur l'heure locale de l'escale

RECOMMANDATIONS

- + dès le premier jour, essayer de respecter les heures locales de repas. A l'arrivée à l'hôtel : dîner , éviter la prise de café, de thé, ...
- + douche chaude et coucher à compter de 21 heures, plage horaire favorable à l'endormissement (début d'après-midi en heures de Paris),
- + au réveil : petit déjeuner, prise de café ou de thé recommandée,
- + vers 12h, repas, prise de café ou de thé recommandée,
- + entre 13h et 17h, activité physique (marche) et exposition à la lumière extérieure,
- + mêmes recommandations pour les jours suivants.

Si le vol retour est situé :

- 1 dans la matinée : sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), prise de café ou de thé possible lors du petit déjeuner. Profiter des attentes, du transport hôtel-aéroport pour vous relaxer ou faire des siestes, même très courtes,
- 2 dans l'après-midi ou la soirée : sauf dans la condition d'un repos planifié dans la première partie du vol retour (équipage renforcé), faire une sieste la plus longue possible après le déjeuner. Après cette sieste, la prise de café ou de thé à dose modérée est recommandée.

SYNTHESES

1 - NIVEAUX D'EVEIL - HYPOVIGILANCE

2 - LA FATIGUE

3 - LA MONOTONIE

4 - LES RYTHMES CIRCADIENS

5 - LE SOMMEIL ET LA SIESTE

6 - LES DECALAGES HORAIRE

7 - L'HYGIENE DE VIE

* * * *

* * * *

1 - NIVEAUX D'EVEIL - HYPOVIGILANCE

* * * *

Continuum comportemental	Etat de vigilance	Efficacité
Emotion vive	Attention dispersée, diffuse (confusion mentale)	Médiocre, perte de contrôle, comportement désorganisé
Alerte attentive (veille active)	Attention sélective susceptible de variations, concentration, anticipation	Bonne : réactions efficaces, sélectives et rapides. Comportement adapté aux réponses en série
Relaxation ou hypovigilance (veille diffuse)	Attention flottante non concentrée	Bonne pour les réactions de routine et la pensée créative. Mauvaise pour les tâches de surveillance
Somnolence	Etat limite, imagerie mentale, rêverie	Médiocre, comportement non coordonné, labile, perte du sens de la durée
Sommeil léger	Conscience notablement diminuée	Nulle
Sommeil profond	Disparition totale de la vigilance	Nulle

Adapté de Defayolle et coll., 1971

1.1 - DEFINITIONS -

Les niveaux d'éveils, ou niveau d'activation du système nerveux central, constituent un continuum allant de l'hyperexcitation au sommeil profond. La notion de niveau d'éveil doit être distinguée de celle du niveau de performance. Le niveau d'éveil n'est qu'une composante du niveau de performance. Elle constitue une condition nécessaire mais non suffisante.

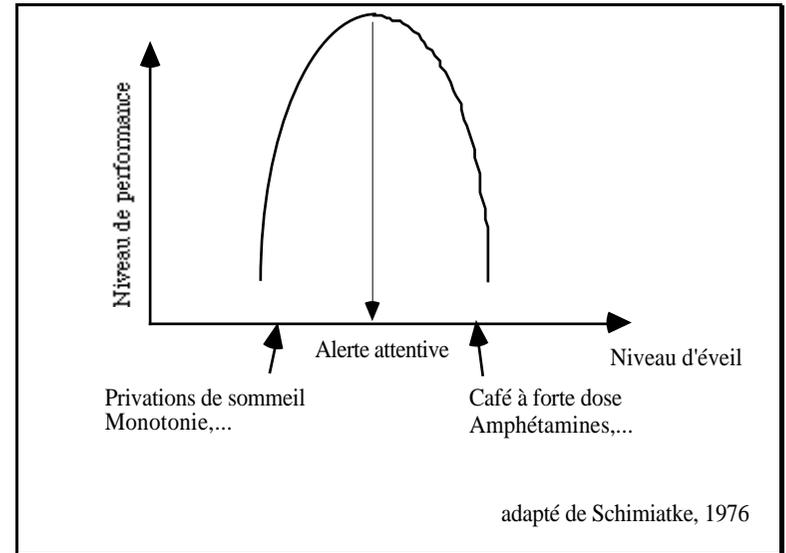
A chacun des niveaux d'éveils, correspond une probabilité d'atteindre un certain niveau d'efficacité.

On constate que le fait d'être éveillé ne permet pas forcément un niveau optimal d'efficacité : un niveau trop élevé (émotion vive) désorganise l'attention, un niveau trop bas (par exemple la somnolence) ne permet pas de se fixer sur des informations pertinentes.

Un niveau optimal d'efficacité peut être atteint à partir d'un niveau d'éveil dit alerte attentive.

La relaxation, ou veille diffuse ou **hypovigilance**, n'est pas perçue de façon consciente. Par rapport à l'alerte attentive, le changement d'état est réversible (retour à la veille active suite à une modification d'activité ou de l'environnement). La monotonie peut la favoriser. En cas de pression du sommeil, cet état est rapidement remplacé par de la somnolence. En situation d'hypovigilance, la capacité à détecter des signaux rares ou imprévus est amoindrie.

Il existe une relation non linéaire entre le niveau d'éveil et la performance. Cette relation est représentée sur la figure suivante :



* * * *

2 - LA FATIGUE

* * * *

La notion de fatigue doit être distinguée de l'hypovigilance et du besoin de sommeil. En effet, la fatigue peut apparaître avec un niveau d'éveil élevé.

On peut la définir comme "un ensemble de manifestations engendrées par un travail intense et prolongé dépassant une certaine limite". Ces manifestations s'accompagnent d'une "sensation de fatigue", et d'une relation moins favorable entre le rendement et l'effort nécessaire à son accomplissement. En d'autres termes, pour maintenir une performance équivalente le sujet fatigué doit fournir un effort plus important. A l'extrême, une charge de travail très importante subie pendant des périodes de temps prolongées, interrompue par des repos très courts, peut entraîner le développement d'un phénomène d'épuisement. Ce phénomène provoque des réactions pathologiques, du type asthénique.

On peut distinguer trois sortes de fatigue :

- la fatigue sensorielle : auditive, visuelle, ...
- la fatigue musculaire,
- la fatigue mentale.

La fatigue sensorielle ou la fatigue musculaire sont relativement bien définies. Elles peuvent être objectivées et mesurées. Par contre la fatigue mentale demeure plus difficile à caractériser et à évaluer. Ceci doit être imputé au caractère très subjectif de la fatigue : on se sent "fatigué", mais il est parfois difficile de traduire cette sensation par des manifestations objectives. De ce fait, ses indicateurs restent essentiellement subjectifs

(questionnaires). Les tests de performance peuvent cependant mettre en évidence des dégradations des fonctions mentales (mémoire, attention,...) liées à la fatigue.

L'une des caractéristiques essentielles de la fatigue réside dans le fait qu'il s'agit d'un phénomène qui s'installe progressivement au cours du temps (notion d'accumulation de fatigue). Par ailleurs, on sait que la fatigue n'est pas forcément liée à une charge de travail excessive, à un repos trop limité dans le temps ou même à un sommeil perturbé.

Une même tâche peut engendrer des sensations de fatigue pour certains sujets et n'entraîner aucune fatigue particulière pour d'autres sujets. Ceci renvoie à des aspects psychologiques de motivation et de satisfaction dans la tâche à accomplir.

La récupération de la fatigue, c'est-à-dire, le retour à un état de repos, reste également mal connue et associée à des différences individuelles.

Ainsi, dans certains cas et pour certains sujets, la récupération semble être très longue, malgré un sommeil de durée et de qualité satisfaisantes.

Ces aspects doivent donc faire l'objet de recherches approfondies afin de déterminer d'une part l'ensemble des facteurs influençant le niveau de fatigue et d'autre part, ses manifestations et ses conséquences.

La question de l'accumulation de la fatigue reste notamment un thème inexploré, alors qu'elle est d'une

importance capitale, par exemple dans le domaine aéronautique. Des recherches menées dans ce domaine permettraient de répondre à certaines interrogations concernant l'effet à long terme de l'enchaînement des rotations sur des périodes d'une semaine ou d'un mois. De même, les conséquences de décalages horaires successifs et dans des directions opposées n'ont pas fait l'objet de suivis à long terme.

Malgré les aspects encore mal connus de la fatigue, certaines manifestations sur le plan psychologique et psychomoteur ont pu être identifiées.

Sur le plan physiologique	Sur le plan psychomoteur
<ul style="list-style-type: none"> ▣de la température corporelle ▣de la force musculaire ▣de la vision binoculaire ▣du volume sanguin circulant ▣du contrôle et de la coordination musculaire ▣du glucose sanguin ▣du temps de réponse pupillaire à la lumière (réflexe naturel de l'oeil à la lumière) ▣du temps d'accommodation visuel ▣de la fatigue oculaire ▣de la fréquence cardiaque 	<ul style="list-style-type: none"> ▣de la mémoire ▣des capacités à communiquer ▣de la poursuite (suivre un objet des yeux) ▣des capacités d'attention ▣de la température corporelle ▣des capacités à coopérer ▣capacités à accepter les critiques ▣du temps d'accommodation visuel ▣du temps de réaction ▣de l'irritabilité, de l'anxiété ▣des erreurs

* * * *

3 - LA MONOTONIE

* * * *

3.1 - DEFINITIONS -

Le niveau d'éveil peut être influencé de manière importante, à la fois par l'environnement et par l'activité même du sujet.

L'environnement et la nature de la tâche déterminent le degré de **monotonie** de la situation, puisqu'elle peut se définir comme "les caractéristiques d'une tâche dans laquelle les stimulations sensorielles demeurent presque constantes ou hautement répétitives". En fait, deux concepts peuvent être dégagés dans la notion de monotonie :

- l'état de monotonie,
- la nature monotone de la tâche.

L'état de monotonie correspond à la fois à un sentiment subjectif, à des manifestations physiologiques et psychologiques.

Le sentiment subjectif se manifeste par un ennui, un désintérêt pour le travail à accomplir et par une sensation de somnolence.

Sur le plan physiologique on constate une réduction de l'activation du système nerveux central. Au cours d'une tâche monotone, l'électroencéphalogramme (EEG) indique une augmentation marquée des rythmes alpha et thêta, caractéristique d'une diminution du niveau d'éveil. On observe également une réduction de la fréquence cardiaque d'environ 30% et une diminution de la pression artérielle.

A l'extrême, la monotonie peut entraîner des troubles psychologiques se traduisant par un stress et une fatigue accrue. Le stress serait lié à l'effort constant qu'il est nécessaire de fournir afin de maintenir un niveau de vigilance suffisant pour l'exécution de la tâche.

3.2 - FACTEURS AUGMENTANT LE DEGRE DE MONOTONIE -

*** L'environnement**

D'une manière générale, toute situation pauvre en stimulations sensorielles ou présentant des stimulations toujours identiques engendre un état de monotonie propice à la diminution du niveau d'éveil, quelle que soit l'heure de la journée et ce, même en l'absence de privations de sommeil.

Quelques facteurs de l'environnement diminuant le niveau d'éveil

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Stimulations sensorielles répétitives ou de faible intensité- Champ visuel réduit- Absence de liberté de mouvement (pas de changements de postures)- Interactions sociales rares- Température élevée- Intensité lumineuse faible |
|---|

**** Les tâches monotones**

On distingue deux types de tâches monotones :

- les activités répétitives,
- la surveillance de processus continus.

Les activités répétitives sont associées à la mécanisation du travail et surtout à sa fragmentation dans des opérations simplifiées (Taylorisme). Différents facteurs peuvent influencer le degré de monotonie de ces tâches :

- faible nombre d'actions à répéter par unité de temps,
- simplicité des actions,
- rythme imposé.

Le développement des activités de surveillance est à mettre en relation avec le développement de l'automatisation. Le degré de monotonie de ces tâches se trouve principalement influencé par :

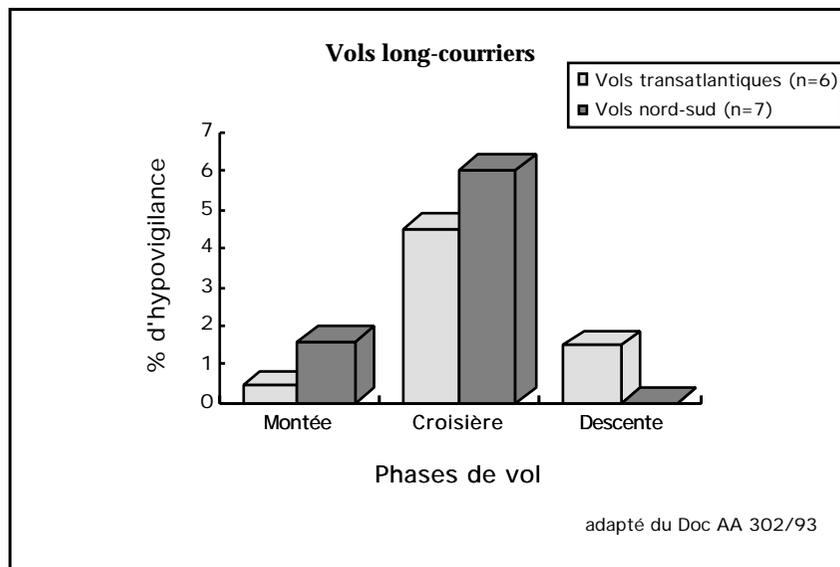
- un champ visuel réduit (surveillance sur écran),
- un faible nombre d'informations utiles reçues par unité de temps.

3.3 - MONOTONIE ET VOLS LONG-COURRIERS -

La monotonie constitue l'une des contraintes les plus importantes en aéronautique, notamment lors des vols long-courriers. Cette contrainte est accentuée lorsque ces vols sont effectués sur des avions de la nouvelle

génération (*glass cockpit*). Ceci a été étudié à partir d'expérimentations menées par le LAA en situations réelles avec des équipages volontaires de différentes compagnies aériennes. Les variations du niveau d'éveil en vol étaient évaluées à partir de l'électro-encéphalogramme (EEG) et de l'électro-oculogramme (EOG). Simultanément, l'activité de l'équipage était observée. La durée et la qualité du sommeil avant la rotation, à l'escale et après la rotation étaient également déterminées à partir d'un enregistrement d'actométrie et d'agendas de sommeil (cf § II).

Les résultats indiquent que les survenues d'hypovigilance peuvent être très fréquentes même lors de vols réalisés entièrement de jour, sans privations de sommeil préalables.



Ces résultats montrent que les pourcentages d'hypovigilance sont plus élevés au cours des vols nord-sud que lors des vols transatlantiques, notamment lors de la phase de croisière. Cette différence peut être imputée à la monotonie très importante des phases de croisière lors des vols nord-sud où on constate une rareté des contacts radio. Par contre, pour ces rotations vers l'Asie, le nombre plus élevé des communications ATC contribue à limiter les baisses de vigilance.

Par ailleurs, ces hypovigilances peuvent survenir de manière simultanée pour les deux pilotes. Ceci peut être attribué à une importante synchronisation des activités entre les deux pilotes. L'observation des activités indique que certaines actions, telle que la lecture de documentations techniques ou la surveillance passive de systèmes favorise l'apparition de ces baisses de vigilance. A l'inverse, des tâches motrices associées à une activité cognitive, par exemple la consultation du FMS (*Flight Monitoring System*), entraînent une réactivation de la vigilance des pilotes. D'autre part, la connaissance mutuelle des pilotes et de l'avion présente une incidence négative sur le maintien de l'éveil.

Ces résultats traduisent en fait l'impact de la monotonie dans la diminution du niveau d'éveil.

3.4 - REDUCTION DE L'IMPACT DE LA MONOTONIE -

Diverses recherches de laboratoire ou en situations réelles ont été menées afin d'élaborer des solutions permettant de réduire les effets de la monotonie sur la vigilance des opérateurs. Les méthodes suivantes se sont avérées efficaces :

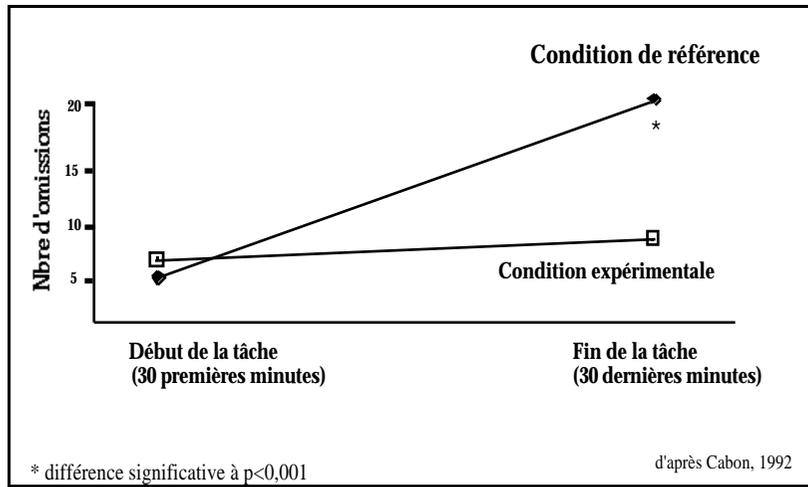
- introduction de courtes pauses au cours de la tâches (10 minutes toutes les 30 minutes),
- introduction d'une tâche différente,
- cadence d'exécution de la tâche fixée par le sujet.

Une autre méthode consiste à faire appel à des modifications dans les processus d'exécution de la tâche, sans en modifier sa nature. Le bien-fondé de cette solution a été montré par une recherche expérimentale en laboratoire (Cabon, 1992). La tâche utilisée dans cette expérimentation est une tâche de surveillance et de détections de signaux critiques qui requiert l'utilisation de processus "automatiques". Sa durée s'élève à 4 heures.

Afin de rompre la monotonie de la tâche, on contraint les sujets à utiliser des processus "contrôlés" pendant de courtes périodes. Ces processus nécessitent une attention plus importante que les processus "automatiques". Cette situation (condition expérimentale) est comparée à une condition dans laquelle les sujets n'utilisent que des processus automatiques (condition de référence). Lorsque cette expérimentation est réalisée le jour :

- on constate, dans la condition expérimentale que la performance (nombre d'omissions de signaux) se maintient à un niveau stable entre le début et la fin de la tâche ; par contre dans la condition de référence, on observe une dégradation significative de la performance.

Lorsque l'expérimentation se déroule de nuit, on remarque une dégradation significative, quelle que soit la condition.



Ces résultats expérimentaux montrent que les effets de la monotonie peuvent être atténués si l'on modifie la nature de la tâche, sa durée, son rythme d'exécution mais également les processus d'exécution des réponses.

Le principe des ruptures de monotonie par alternance de processus cognitifs dits "automatiques" et "contrôlés" a été transposé dans des situations réelles, notamment pour des opérateurs militaires de surveillance aérienne (Cabon, 1992).

Une recherche sur site réel, avec des opérateurs de salle de commandes de centrales nucléaires a confirmé la possibilité d'une utilisation pratique de cette solution dans le cas d'une surveillance de processus automatisés (Cabon, 1992).

Cette méthode a été transposée dans des situations réelles de vols long-courriers dans le cadre de validations de recommandations. Parmi ces recommandations, il a été proposé aux pilotes d'adopter une alternance de phases de veille passive et de veille active.

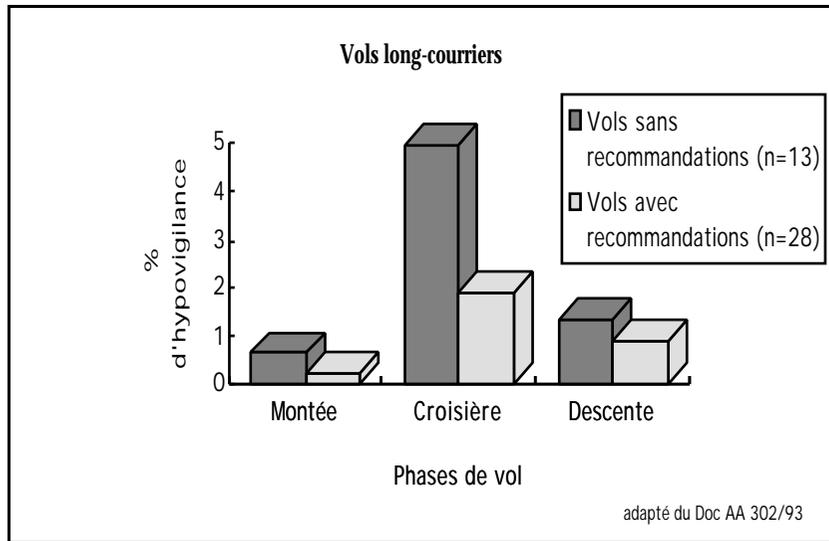
Les périodes de veille active sont caractérisées par :

- des tâches et des échanges verbaux liés à la gestion du vol,
- des actions motrices variées associées à des tâches mentales (par exemple gestion des systèmes de navigation),
- l'absence de prise de repas au cours de cette période.

Au cours des périodes de veille passive, il est recommandé de privilégier :

- des activités non liées au vol (lecture de journaux par exemple),
- une surveillance plus diffuse du déroulement du vol,
- la prise de repas ou de collations.

Il a été proposé aux pilotes d'adopter ces alternances avec une périodicité allant de 20 à 40 minutes en fonction du contexte du vol. Cette alternance se justifie essentiellement pendant les périodes calmes de la croisière. D'autre part, il a été demandé aux pilotes d'exprimer verbalement chaque fin de phase afin d'avertir le coéquipier.



Les résultats indiquent que les pourcentages d'hypovigilance sont moins élevés pour les vols avec recommandations et ce, quelle que soit la phase du vol. L'observation de l'activité des équipages montre que cette réduction peut être attribuée à une gestion des activités contribuant à réduire la monotonie du vol.

* * * *

4 - LES RYTHMES CIRCADIENS

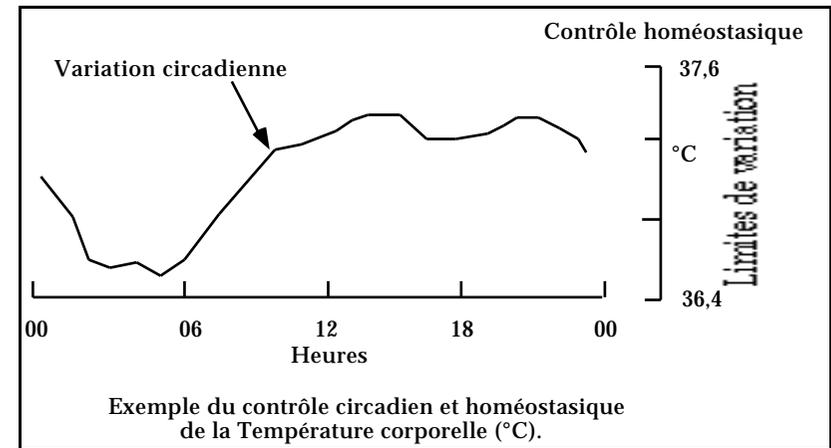
* * * *

CONSTANCE ET VARIATION

4.1 - Définitions -

Le fonctionnement humain présente deux principaux modes de régulations : circadien (circa : environ, dies : jour) et homéostasique (homéo : constant, stasie : position).

Les fonctions vitales passent par un maximum et un minimum au cours des 24 heures (variation circadienne). Ces variations s'inscrivent à l'intérieur de limites restreintes au-delà desquelles l'organisme se trouve en danger (régulation homéostasique).



4.2 - Manifestations -

Le processus homéostasique se manifeste dans le vécu de l'individu à travers des sensations telles que la faim, la soif, la fatigue, la somnolence... La satisfaction de ces besoins permet de rétablir l'équilibre du milieu intérieur indispensable au maintien de l'intégrité physique et mentale.

La régulation circadienne se traduit par une augmentation diurne et une réduction nocturne des capacités fonctionnelles de l'individu. Elle se trouve à l'origine des troubles du sommeil, des rythmes biologiques et des performances mentales lors d'une modification du cycle activité-repos ou à la suite de la traversée rapide de nombreux fuseaux horaires.

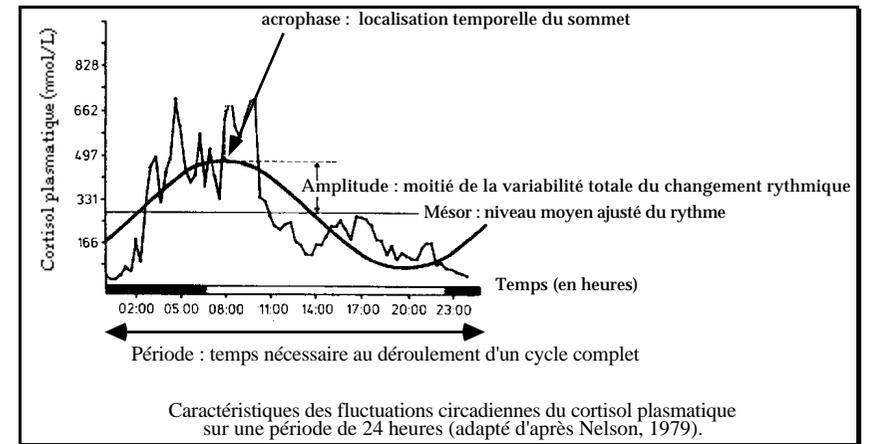
RYTHMES BIOLOGIQUES

1 - Définitions -

Les activités vitales qui caractérisent tant la cellule que le tissu, l'organe, l'individu ou même la population, ne se déroulent pas dans le temps de manière uniforme ou aléatoire mais elles présentent quotidiennement un maximum et un minimum.

Un rythme peut se définir comme la récurrence périodique d'une séquence d'événements se produisant dans le même ordre, pour le même intervalle de temps.

Quatre paramètres caractérisent un rythme biologique : période, mésor, amplitude, acrophase.



Un rythme est dit ultradien, circadien ou infradien lorsque la période est respectivement inférieure, égale ou supérieure à 24 heures.

2 - Structure temporelle -

Les pics des différentes variables ne se répartissent pas au hasard. Il existe, au contraire une organisation dans le temps, ou "structure temporelle" de la distribution des acrophases dans l'échelle des 24 heures.

Les différentes fonctions vitales présentent de fortes relations de phase entre les parties ascendantes et descendantes de leurs rythmes.

L'altération de ces relations de phase se trouve à l'origine des troubles liés au décalage horaire et au travail en horaires décalés.

La chronobiologie se définit comme "l'étude de la structure temporelle de chaque être vivant et celle de ses altérations".

3 - Origine -

Les rythmes circadiens présentent une période proche à celle de la rotation de la terre sur elle même.

On est donc amené à penser que ces rythmes dépendent strictement et rigoureusement des variations de l'environnement, alternance jour-nuit, obscurité-lumière, chaleur-froid, activité-repos...

Dans des conditions constantes d'environnement et de comportement (expérience appelée "régime uniforme" ou "constant routine") les rythmes biologiques persistent.

Donc il existe un mécanisme interne qui donne l'heure à l'organisme. Ce mécanisme est appelé par simple métaphore *horloge biologique*.

4 - Implications -

Le choix adéquat de l'heure d'administration d'un médicament permet, dans certains cas, d'optimiser ses effets thérapeutiques et de réduire ses effets secondaires. Par exemple, l'acrophase du rythme de la sécrétion du cortisol étant située vers 8 h du matin, l'administration de corticoïdes (médicaments chimiquement proches) en phase avec le pic de sécrétion renforce leurs actions. Un autre exemple concerne la durée d'action d'un antihistaminique qui se trouve doublée si ce dernier est administré à 7 h du matin plutôt qu'à 19 h.

Les effets de différents agents toxiques (métaux lourds, solvants organiques, oxyde de carbone) varient considérablement au cours des 24 heures. A certains moments, un agent toxique peut provoquer des lésions importantes, alors que la même dose appliquée à un autre moment des 24 heures se révèle beaucoup moins nocive. Ces différences temporelles dans l'intensité des effets toxiques sont le plus souvent corrélées avec la capacité du foie et des reins à "détoxiquer" le sang de ces substances nocives.

RYTHMES CIRCADIENS DES PERFORMANCES

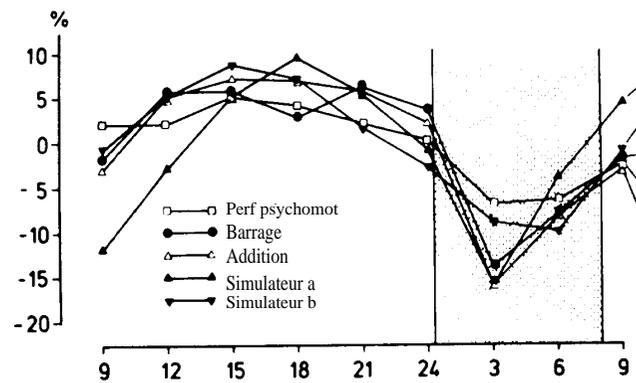
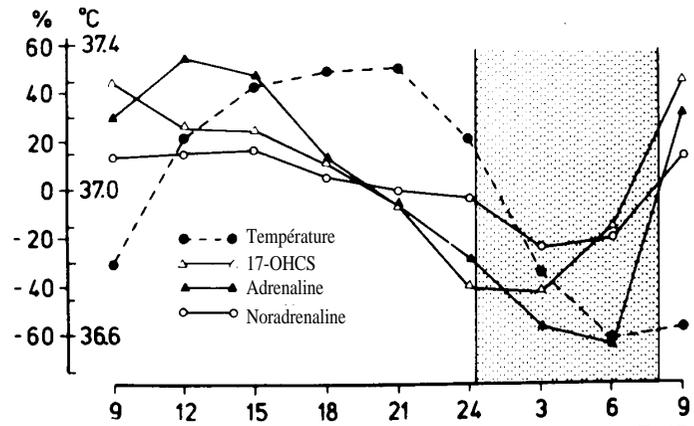
1 - Description -

L'opérateur face à une même tâche ne réagit pas de la même façon aux différentes heures du jour et de la nuit. Comme les fonctions biologiques, les fonctions perceptives et mentales sont soumises des variations rythmiques au cours des 24 heures.

La performance dans des épreuves nécessitant une attention soutenue s'améliore au cours de la matinée pour atteindre son maximum dans le milieu de l'après-midi, puis commence à décliner quand avance la soirée, pour atteindre son minimum pendant la nuit.

On observe parfois une dégradation des performances vers 14h. Ce phénomène appelé "post-prandial", se produit même lorsqu'il n'y a pas prise de repas.

Les variations circadiennes de l'efficacité se révèlent le plus souvent fortement corrélées avec celles de la température corporelle.



Exemples de rythmes circadiens des fonctions physiologiques et psychologiques (d'après Klein et Wegmann, 1988)

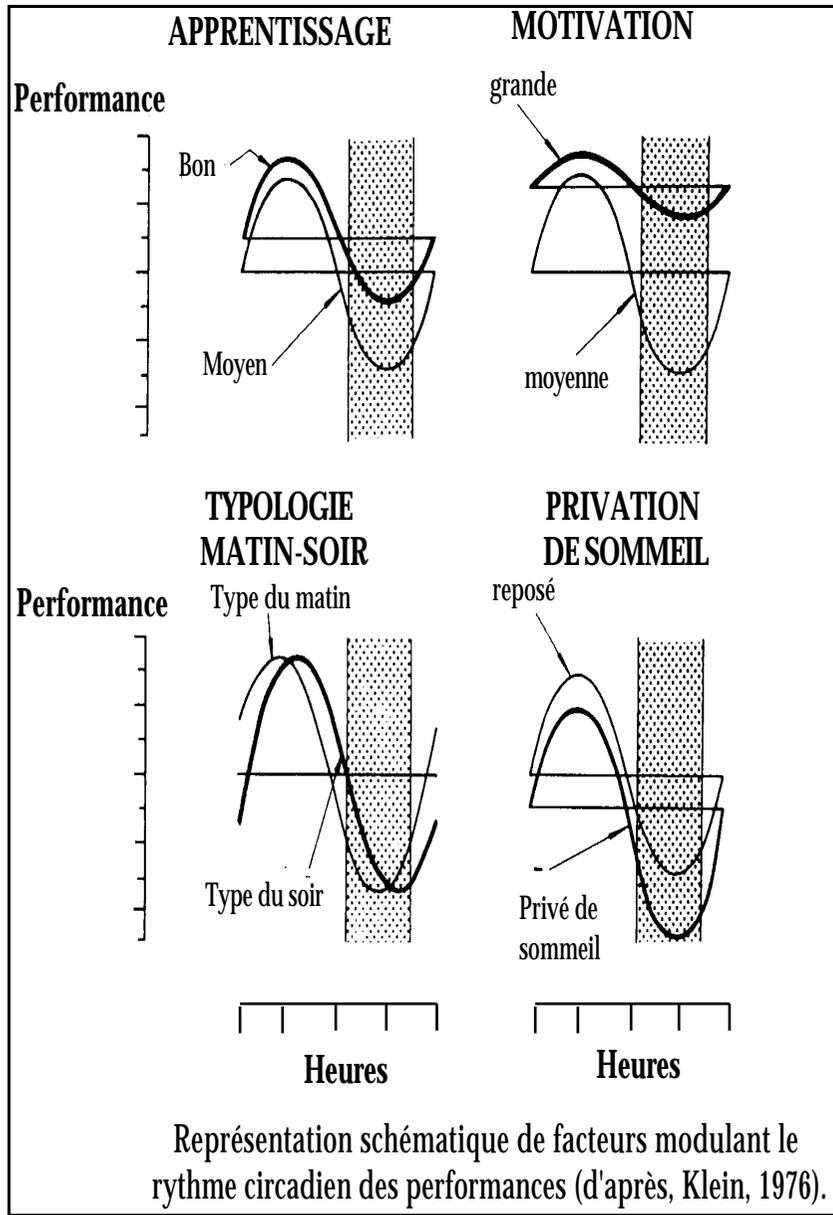
2 - Modulation des variations circadiennes -

La rythmicité circadienne peut être compensée par l'effort : La baisse de performance commandée par la rythmicité circadienne peut être compensée par une plus grande mobilisation des ressources de l'opérateur.

Cette capacité de mobilisation des ressources varie selon :

- la nature de la tâche,
- l'individu,
- la motivation,
- l'apprentissage
- la connaissance des résultats.

L'accroissement de la mobilisation des capacités de l'opérateur, l'adaptation opératoire, le passage d'un état de faible activité à un état de mobilisation active, à l'apparition d'éléments prévisibles ou aléatoires, posent le problème du coût physiologique pour l'opérateur et des conséquences médicales à long terme.



PRIVATIONS DE SOMMEIL ET PERFORMANCES

Définition :

Une privation partielle de sommeil peut être liée soit à une réduction de quelques heures du temps de sommeil (coucher tardif, lever précoce) soit à une fragmentation de la période de sommeil.

La dégradation des performances liée à une privation de sommeil se traduit en général par des omissions : il s'agit de périodes de non réponse à un signal critique. Ces périodes correspondent à de courts épisodes de moindre niveau d'éveil ou de somnolence.

Les tâches de surveillance monotones sont les plus affectées par les privations de sommeil. Elles présentent un niveau de stimulations sensorielles faible, constant ou répétitif, mais nécessitent un niveau d'éveil constant.

Manifestations :

Détection de signaux : les possibilités de détecter des signaux rares et d'intensité faible se retrouvent d'autant plus diminuées que la dette de sommeil se révèle importante.

Critique rationnelle des situations : l'individu en dette de sommeil aura tendance à accepter sans critique des impressions sensorielles brutes. Lors de situations propices à l'apparition d'illusions sensorielles, voire

d'hallucinations visuelles et auditives, un sujet, même entraîné, perdra toute critique rationnelle de la situation et agira de manière non adaptée. La dette de sommeil réduit la possibilité de critique et rend plus fortes les impressions sensorielles.

Apprentissages psychomoteurs : les privations de sommeil peuvent constituer un facteur de stress important pouvant inhiber les automatismes récemment acquis et induire des réactions archaïques qui avaient disparu sous l'effet de l'apprentissage récent.

Le tableau suivant résume les principaux effets de la privation de sommeil sur les processus mentaux et l'humeur ainsi que les tâches les plus altérées par la dette de sommeil.

Effets sur les processus mentaux :

- manque de concentration,
- périodes d'inattention,
- réduction de la vigilance,
- lenteur dans l'action,
- altération de la mémoire à court terme,
- perte de la perspicacité,
- erreur d'interprétation,
- illusions visuelles,
- désorientation.

Effets sur l'humeur:

- sensation de fatigue,
- état dépressif,
- irritabilité,
- perte d'intérêt pour l'entourage et les événements,
- envie croissante et irrésistible de dormir.

Tâches les plus altérées :

- tâches soutenues,
- tâches sans stimulus,
- travail routinier,
- tâches de surveillance,
- tâches insuffisamment apprises,
- tâches avec charge de travail élevée,
- tâches demandant des prises de décisions complexes.

**(d'après le centre de Recherche du Personnel
de l'Armée Britannique 1986).**

Citée dans Lagarde, 1990

Modulation des effets des privations de sommeil :

Le bruit : dans des situations normales le bruit possède un effet d'activation trop important qui rend l'efficiency moins bonne, mais il la facilite lorsqu'il est associé à une privation de sommeil (Wilkinson, 1963). La privation de sommeil diminue le niveau d'activation cérébrale, le bruit rapproche ce niveau de l'optimum.

L'alcool, associé à une privation de sommeil, diminue le niveau d'éveil et dégrade parallèlement les performances mentales.

L'exercice physique modéré augmente l'activation cérébrale.

* * * *

5 - LE SOMMEIL ET LA SIESTE

* * * *

5.1 - Description - Sommeil normal -

Le déclenchement du sommeil est un phénomène périodique survenant tous les jours pratiquement à la même heure.

Il commence en fin de soirée, lorsque la température corporelle amorce sa chute, et se poursuit toute la nuit.

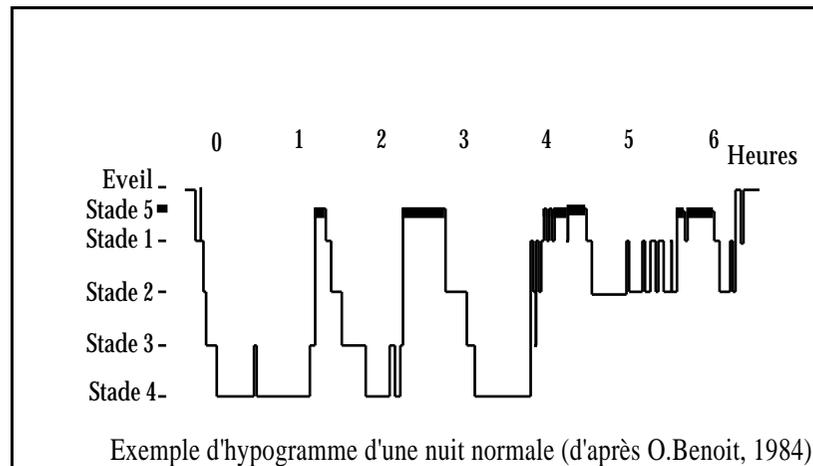
Le réveil spontané survient pendant la partie ascendante du cycle thermique, à savoir 2 à 3 heures après le minimum thermique qui se situe en moyenne à 5 h du matin.

L'étude polygraphique du sommeil (enregistrement de l'activité cérébrale, du tonus musculaire et des mouvements oculaires) permet de séparer différents états de profondeur croissante : endormissement (stade 1) sommeil léger (stade 2), sommeil lent profond (stades 3 et 4) et sommeil paradoxal (stade 5).

	Minutes	Pourcentages
Durée d'éveil	12	3%
Stade 1	48	12%
Stade 2	159	39%
Stades 3 et 4	117	28%
Stade 5	76	18%

Composition et organisation du sommeil (Benoit, 1984)

Après l'endormissement, le sujet progresse à travers les stades 2, 3 et 4. Il reste pendant un certain temps en stade 4 puis survient un allègement du sommeil avec un retour au stade 2 qui débouche sur la première phase paradoxale. Celle-ci termine le premier cycle de sommeil.



Une nuit normale de sommeil comprend quatre à cinq cycles selon la durée totale du sommeil. La survenue du stade paradoxal à lieu toutes les 90 à 120 minutes.

La durée des épisodes du sommeil paradoxal est plus importante dans la deuxième moitié de la nuit.

Le sommeil lent profond (stades 3 et 4) est concentré dans la première moitié de la nuit.

5.2 - VARIATIONS INTERINDIVIDUELLES SPONTANÉES -

*** Durée du sommeil : petits et gros dormeurs**

La durée moyenne du sommeil se situe entre 7h30 et 8h30.

Les limites minimale et maximale de la durée du sommeil sont respectivement 4 heures et 11 heures.

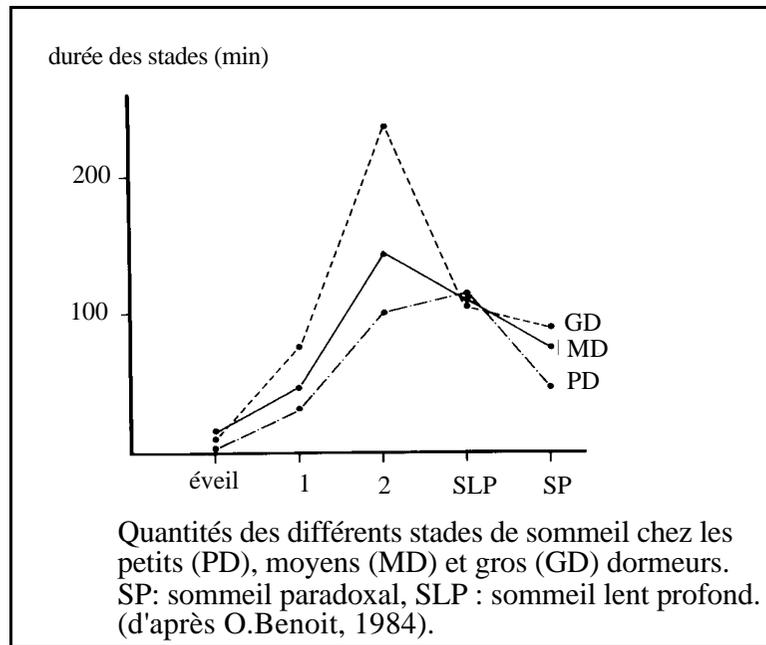
Les petits dormeurs présentent des durées inférieures 5h30.

Les gros dormeurs présentent des durées supérieures à 9h30.

Les petits et gros dormeurs représentent moins de 5% de toute la population.

La différence entre les petits et gros dormeurs s'expliquent essentiellement par les différences en stade 2 et en sommeil paradoxal.

Les gros dormeurs ont plus d'éveil, de sommeil léger et de sommeil paradoxal mais pratiquement la même quantité de sommeil lent profond (stades 3 et 4) que les petits dormeurs.

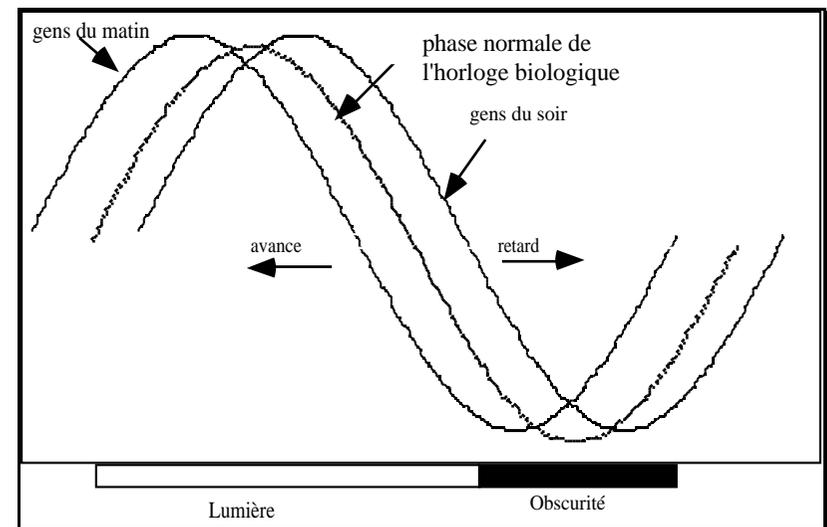


**** Horaires spontanés du sommeil : matinalité - vespéralité**

Le rythme de la température corporelle représente un marqueur de la phase de l'horloge biologique. Cette dernière est dite *normale* lorsque le minimum thermique se situe vers de 5 heures du matin, en avance lorsqu'il a lieu avant et en retard lorsqu'il a lieu après 5 heures.

Les gens de soir présentent un retard de phase de l'horloge biologique par rapport aux synchroniseurs.

Les gens du matin présentent une avance de phase de l'horloge biologique par rapport aux synchroniseurs.



Comme l'endormissement et le réveil spontané sont en rapport avec la phase de l'horloge biologique, une avance de celle-ci induit un coucher et un lever précoce et un retard le phénomène inverse.

Les heures d'endormissement correspondent en moyenne à 22h et à 1h du matin respectivement pour les gens du matin et du soir.

Le réveil spontané se produit plus tôt pour les gens du matin que ceux du soir.

Ces différences apparaissent moins évidentes pendant les jours ouvrables mais deviennent nettes pendant les vacances ou les fin de semaines : les sujets du soir retardent beaucoup leurs horaires de coucher et de lever lorsque les contraintes sociales et professionnelles se relâchent.

5.3 - FONCTIONS -

Le sommeil serait responsable de la restauration de l'organisme : prédominance de la production nocturne d'hormones de croissance, augmentation de la synthèse de protéines et des divisions cellulaires.

Le **sommeil paradoxal** interviendrait dans le mécanisme de restauration de l'attention, de l'apprentissage, de la mémoire, de l'équilibre émotionnel et de l'humeur.

Le **sommeil lent profond** serait destiné à la reconstitution ou au maintien de l'intégrité physique.

5.4 - ORIGINE -

Il est souvent implicitement admis que la survenue nocturne du sommeil se rattacherait simplement aux habitudes.

Or, en l'absence de tout repère temporel direct (montre, radio, journaux...) ou indirect (éclairage, bruit, température, vibrations...), le sujet isolé maintient une rythmicité de ses cycles veille-sommeil avec toutefois une période de l'ordre de 25 heures et non de 24 heures. Ce décalage se traduit par un lever et un coucher de plus en plus tardif. Ce phénomène s'appelle "libre cours".

La persistance de la périodicité veille-sommeil traduit l'existence d'un système interne, ou horloge biologique, qui fonctionne de façon autonome et possède sa propre fréquence.

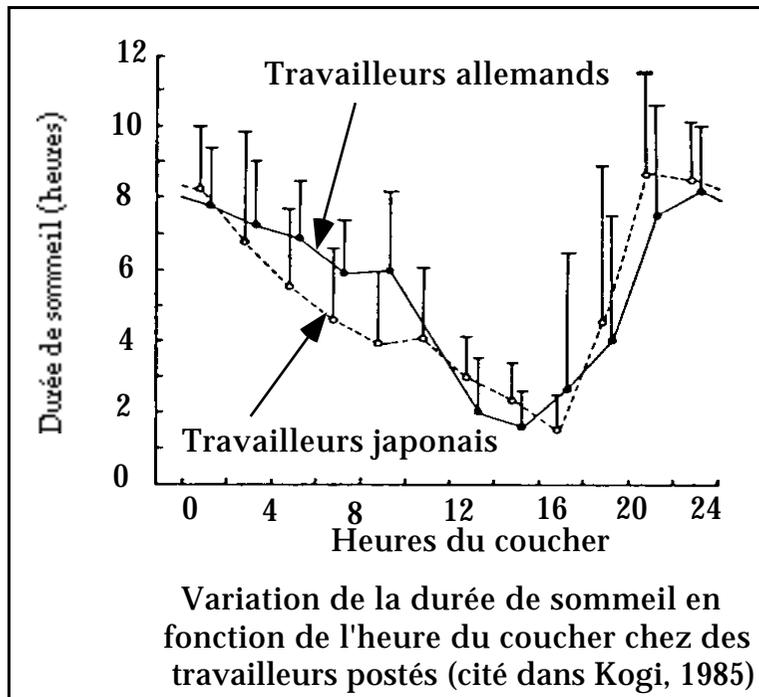
Dans les conditions habituelles, l'horloge circadienne est entraînée ou synchronisée sur une période égale à 24 heures grâce aux variations périodiques de l'environnement appelées synchroniseurs.

Le "libre cours" suggère qu'en absence de toutes contraintes, l'homme a tendance à se mettre en retard de phase par rapport aux synchroniseurs externes.

Du fait de cette tendance spontanée, il s'avère plus facile pour un voyageur de retarder ses heures de coucher et de lever après un vol vers l'ouest, que de les avancer dans le cas d'un vol vers l'est.

5.5 - RELATION ENTRE LE SOMMEIL ET LA PHASE DE L'HORLOGE BIOLOGIQUE -

La latence d'endormissement, la durée et la composition du sommeil dépendent du cycle de la température corporelle où se situe l'endormissement.

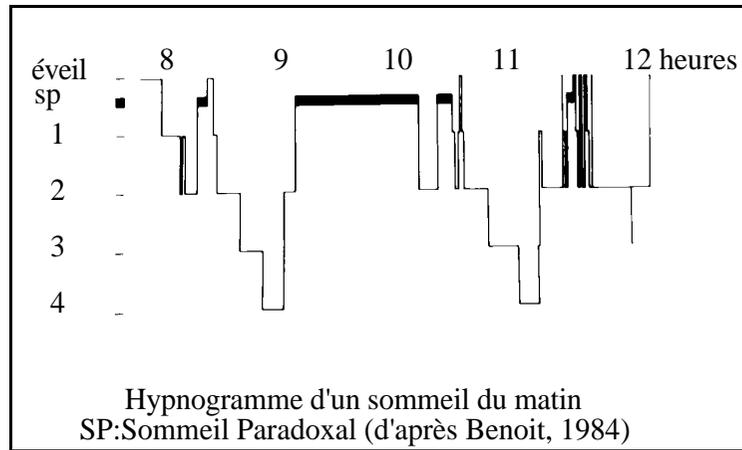


*** Si le sommeil commence peu après le maximum de température :**

- la durée du sommeil est longue, le réveil survient pendant la partie ascendante du cycle thermique,
- l'architecture du sommeil est normale :
 - . la survenue du stade paradoxal a lieu toutes les 90 à 120 minutes,
 - . la durée des épisodes du sommeil paradoxal est plus importante dans la deuxième moitié de la nuit,
 - . le sommeil lent profond (stades 3 et 4) est concentré dans la première moitié de la nuit.

**** Si le sommeil commence au voisinage du minimum thermique :**

- la somnolence est extrême avec une latence d'endormissement faible,
- le sommeil paradoxal facilité (diminution de la latence du premier épisode et augmentation de sa durée),
- l'épisode de sommeil sera relativement court car le réveil intervient dès que la température commence à augmenter.



Ces données permettent de comprendre la faible durée d'un sommeil du matin (4 à 5 heures), observée après une nuit blanche. En effet, le sommeil du matin commence en général entre 7h et 8h et se termine lorsque la température centrale devient élevée, vers 12h en général.

Cette situation se retrouve dans le cas d'un vol vers l'ouest dans lequel l'heure de l'endormissement est retardée vers la nuit physique locale. La durée du sommeil de la première nuit peut parfois être plus longue puisque tous les facteurs de l'environnement s'y prêtent mais ce sommeil présentera une architecture anormale et sera jalonné d'éveils.

1 - Définition -

La sieste correspond à une période de sommeil dont la durée varie entre 30 minutes et 2 heures.

Elle joue un rôle déterminant dans la réduction du besoin de sommeil. Elle peut constituer un phénomène compensatoire en cas de privation de sommeil et anticipatoire afin de prévenir la fatigue.

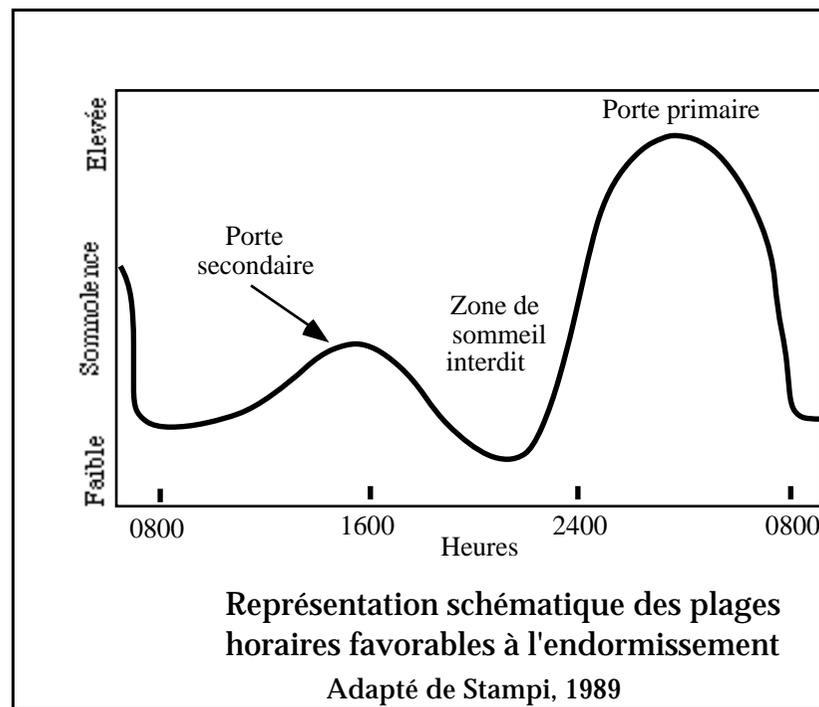
2 - Plages horaires favorables à la sieste -

Après une nuit normale de sommeil, la somnolence montre une distribution bimodale nette avec un pic en milieu d'après-midi et un pic nocturne.

Le pic nocturne est appelé "porte primaire du sommeil" et celui du milieu d'après-midi "porte secondaire du sommeil".

La zone de moindre somnolence située entre la porte secondaire et primaire de sommeil porte le nom de zone de sommeil interdit.

La sieste en début d'après-midi n'est pas simplement liée à un phénomène culturel, au climat ou bien à un repas copieux, mais elle constitue une manifestation du caractère biphasique spontané du sommeil chez tous les individus.



La zone de sommeil interdit explique les difficultés que peut rencontrer un individu qui souhaite avancer son heure d'endormissement habituelle en préalable à une prise de service très matinale.

Après une privation de sommeil, la structure bimodale de la somnolence reste très nette avec toutefois

une somnolence matinale plus importante liée à un phénomène compensatoire immédiat.

La durée de la veille qui précède une sieste semble influencer l'amplitude des pics (somnolence plus importante) mais non leurs heures d'occurrence.

3 - Architecture -

La composition et l'organisation des différents stades de sommeil au cours de la sieste dépend à la fois la plage horaire dans laquelle elle se situe et de sa durée chez le sujet ayant dormi normalement au cours de la nuit précédente :

- la sieste du matin, située entre 8h du matin et midi, présente une architecture qui rappelle celle de la seconde moitié d'un sommeil nocturne. Elle s'avère plus riche en sommeil paradoxal que celle de l'après-midi ou de la soirée (entre midi et minuit). La latence d'apparition du sommeil paradoxal au cours de la sieste du matin est très faible.
- l'architecture de la sieste de l'après-midi ou de la soirée ne ressemble ni à la première ni à la seconde moitié d'un sommeil nocturne. Elle dépend plus tôt de la durée de la sieste :
 - une sieste de trente minutes ne comprend pas de sommeil paradoxal,
 - une sieste d'une heure peut comprendre du sommeil paradoxal en faible quantité,
 - si la durée de la sieste est de deux heures ou plus, le sommeil paradoxal survient, au plus tôt 50 minutes

après la début de la sieste et présente une durée plus importante que celle du sommeil lent profond.

Après une période prolongée d'activité (ex : 30 heures) le sommeil lent profond est prédominant quelle que soit la plage horaire dans laquelle se situe la sieste.

4 - Effets de la sieste -

4.1 - Le sommeil nocturne suivant la sieste -

- sieste diurne :
 - la plage horaire à laquelle se situe la sieste est déterminante quant aux répercussions sur le sommeil nocturne suivant,
 - la sieste du début d'après-midi retarde l'heure de l'endormissement et réduit la durée du sommeil lent profond la nuit suivante,
 - le sommeil paradoxal prédominant dans la sieste du matin (8h à 10h) n'influence ni la composition ni la durée du sommeil nocturne suivant.

- sieste nocturne :
 - une sieste nocturne suppose implicitement une privation de sommeil,
 - la durée de veille entre la sieste nocturne et le sommeil nocturne suivant se trouve augmentée,
 - la latence d'endormissement est faible la nuit suivante,

- l'architecture du sommeil est maintenue (cycle de 90 minutes),
- l'augmentation (effet rebond) hiérarchisée de la durée des différents stade de sommeil :
 - le premier sommeil nocturne sera très riche en sommeil lent profond sans changement ou même avec une diminution du sommeil paradoxal,
 - le rebond en sommeil paradoxal se produit la deuxième nuit ou les nuits suivantes.

Il semble donc que le besoin en sommeil lent profond prime les besoins en d'autres types de sommeil.

4.2 - L'inertie de sommeil : effet immédiat de la sieste -

Définition :

L'inertie du sommeil représente un état transitoire de désorientation et de confusion mentale au réveil. Elle survient quelle que soit l'heure de la journée et même chez les sujets sains non privés de sommeil.

Elle se manifeste par une dégradation des performances mentales et une altération de l'humeur.

Sa durée varie entre 5 et 15 minutes et peut atteindre plusieurs heures en cas de dette importante de sommeil.

Facteurs augmentant l'inertie du sommeil :

Le stade de sommeil dans lequel survient le réveil :
l'inertie du sommeil est très importante lorsque le réveil est provoqué brutalement essentiellement en sommeil lent profond.

La durée du sommeil lent profond : plus le sommeil est riche en sommeil lent profond, plus l'inertie est grande.

La durée de veille précédente : une privation de sommeil importante entraîne une augmentation de la durée du sommeil lent profond et par conséquent de l'inertie de sommeil qui passe de 25 minutes à plusieurs heures.

L'heure de la sieste : en cas de privation de sommeil (45 heures) une sieste tôt le matin (4h-6h) entraîne une inertie très importante qui peut durer plusieurs heures. En revanche, elle est largement atténuée lorsque la sieste a lieu l'après-midi (12h-14h) et ce, même si la privation de sommeil est plus importante (53 heures).

4.3 - Performance et humeur : effets à long-terme -

La sieste au cours de la nuit :

Après 17 heures d'éveil, une sieste d'une heure ou deux, située à partir de 21h prévient la baisse nocturne physiologique des performances mentales.

Cet effet se prolonge plusieurs heures après la fin de la sieste.

Lors d'une privation de sommeil de deux ou trois nuits, la sieste présente un effet négatif, immédiat et à long terme, sur les performances. Cette sieste s'avère très riche en sommeil lent profond.

La sieste du jour :

La sieste améliore les performances dans des tâches de mémoire et de temps de réaction nécessitant une attention soutenue.

Elle présente un effet positif sur le vécu subjectif : le sujet est plus détendu et moins anxieux.

Une sieste de 30 minutes ou de de 2 heures présente les mêmes effets positifs.

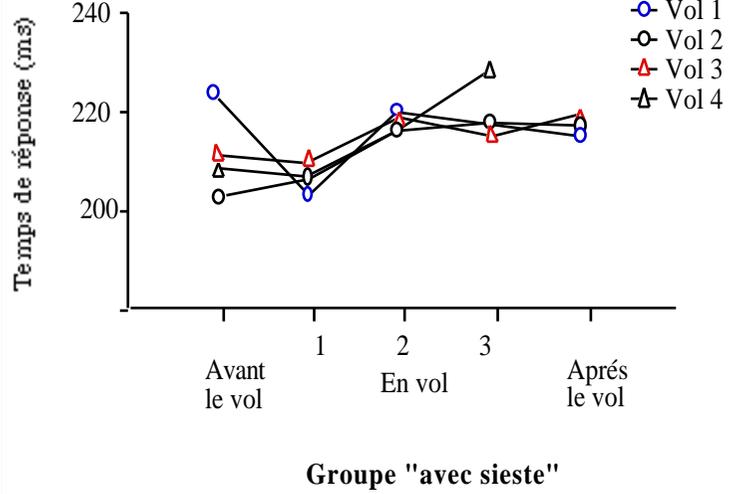
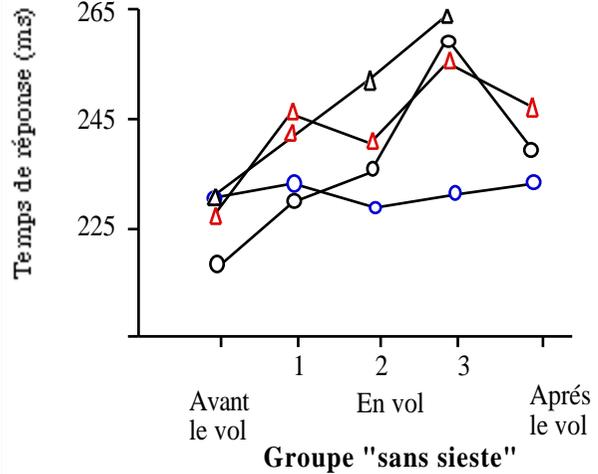
Certains auteurs pensent que l'amélioration des performances n'est pas liée à la sieste mais plutôt à l'augmentation circadienne des performances au cours de la journée.

5 - Efficacité de la sieste en vol (équipage non renforcé)

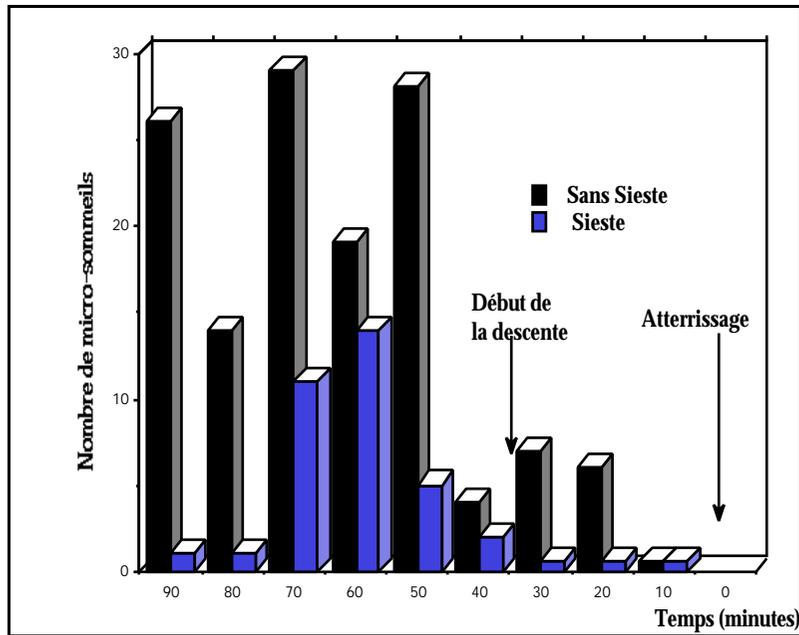
Afin d'évaluer l'efficacité de ces siestes sur la vigilance de pilotes de vols long-courriers, une étude a été récemment menée par la NASA (Graeber et coll., 1990). Les siestes, d'une durée d'environ 20 minutes, étaient prises pendant le vol et étaient programmées de manière à ne pas entraver le bon déroulement du vol : elles devaient être effectuées au moins une heure avant la descente.

Les principales conclusions de cette étude sont que :

- les pilotes peuvent obtenir rapidement, tout en restant à leur poste, des périodes courtes de sommeil de bonne qualité,
- ces siestes améliorent les performances évaluées par un test de temps de réaction,
- les pilotes du groupe "sieste" ont présenté 5 fois moins d'épisodes de somnolence que le groupe contrôle, indiquant une efficacité de ces siestes sur le maintien de la vigilance au cours du vol.



Performances (Test de Temps de Réaction) d'après Graeber et coll., 1990

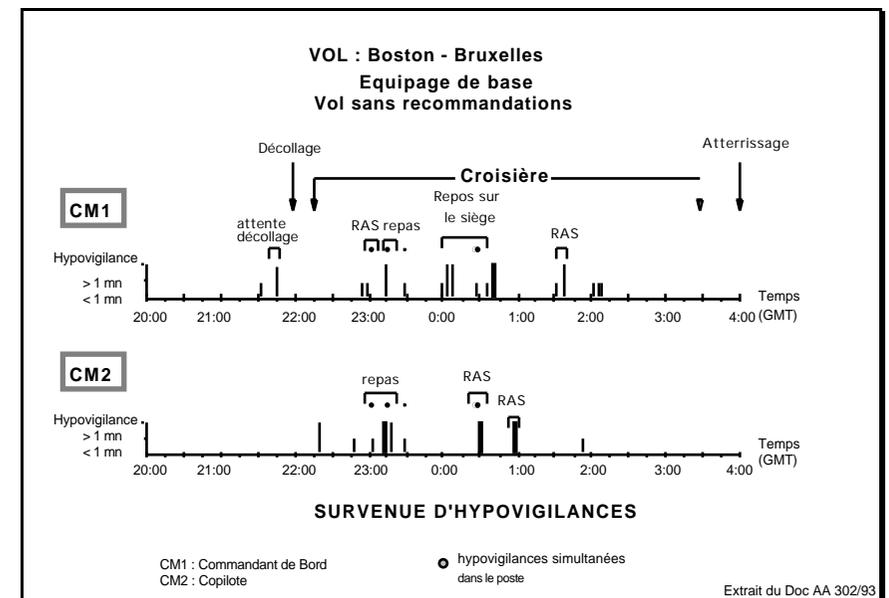


Comparaison du nombre de micro-sommeils dans le groupe "sieste" et le groupe "sans sieste" à la fin d'un vol de nuit. (d'après Graeber et coll., 1990).

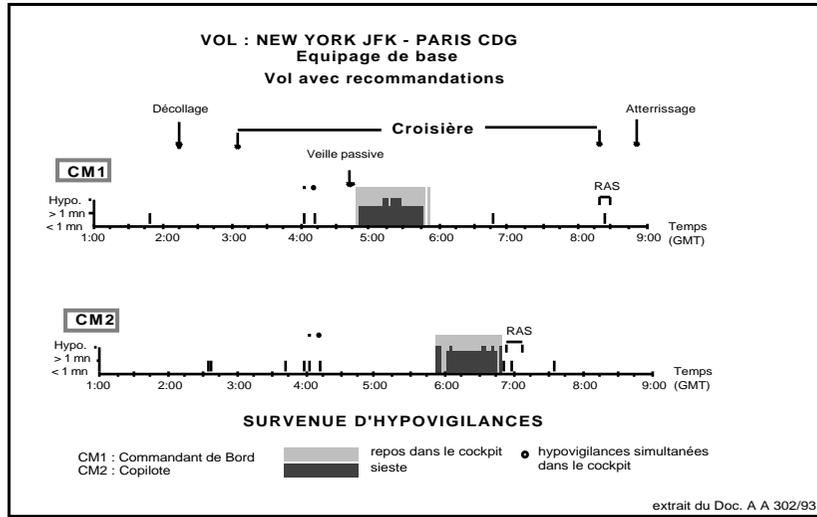
L'efficacité de ces siestes a été également démontrée dans la phase de validation des recommandations lors de la recherche sur la vigilance et le sommeil des pilotes d'avions long-courriers. L'une des recommandations consistait à proposer des alternances de phases de veille passive-veille active (cf "Niveau d'éveil et monotonie"). Au cours des vols de nuit, il a été suggéré que lors des phases de veille passive, le pilote prenne une courte sieste sur son siège, en avertissant son co-équipier. Cette recommandation se justifiait par les résultats de cette recherche qui montraient, lors de ces vols de nuits

effectués en équipage de base, une forte pression du sommeil se traduisant par des hypovigilances très fréquentes, souvent simultanées et de durées assez élevées.

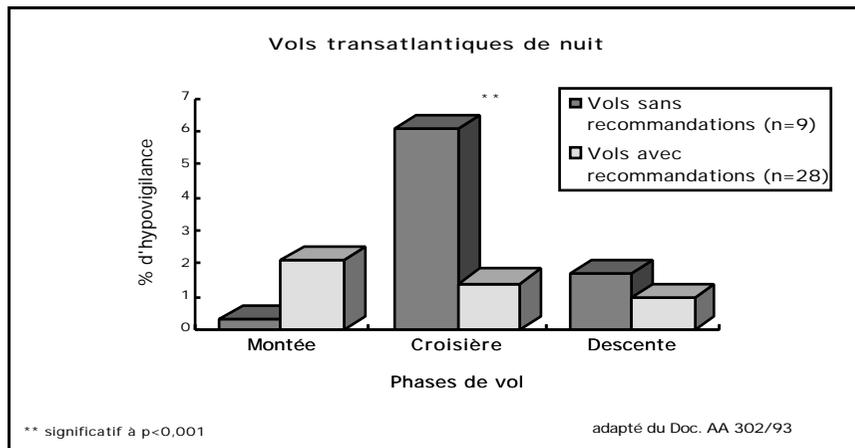
Les résultats présentés ci-après concerne des vols retour transatlantiques, après une escale courte de 24 à 48 heures.



Lors des vols avec recommandations, on constate des siestes assez fréquemment. Ces siestes présentent des durées allant de 20 minutes à 01h30 et permettent de réduire significativement le nombre d'hypovigilances.



Ceci se traduit par une diminution globale des pourcentages d'hypovigilances, notamment lors de la phase de croisière. On constate également un effet bénéfique de ces siestes sur le niveau d'éveil dans les phases de descente.



* * * *

6 - LES DECALAGES HORAIRES

* * * *

DECALAGE HORAIRE OU SYNDROME DU JET-LAG

1 - Manifestations -

- Fatigue importante.
- Troubles de l'éveil, de l'humeur et des performances.
- Perturbations du sommeil.

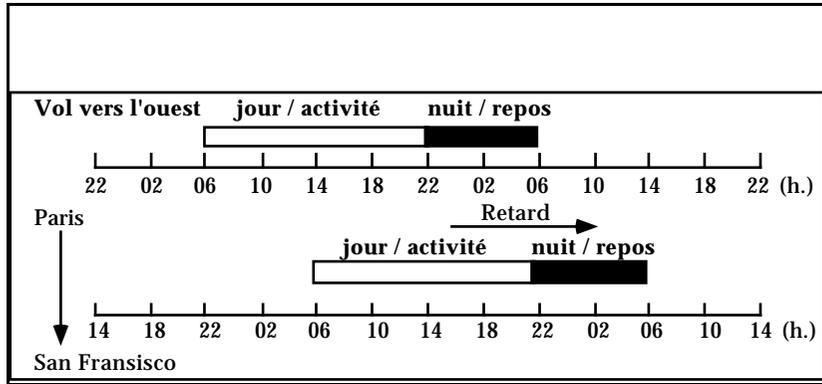
2 - Décalage des synchroniseurs -

En raison du phénomène du libre cours (tendance à l'allongement du cycle de 24 heures), il est plus facile de retarder ses horaires de coucher et de lever que de les avancer.

Vol vers l'ouest

Retard de phase des synchroniseurs externes : alternance lumière-obscurité, activité-repos, rythmes sociaux...

La synchronisation sur le nouvel horaire nécessite un coucher et un lever de plus en plus tardifs.

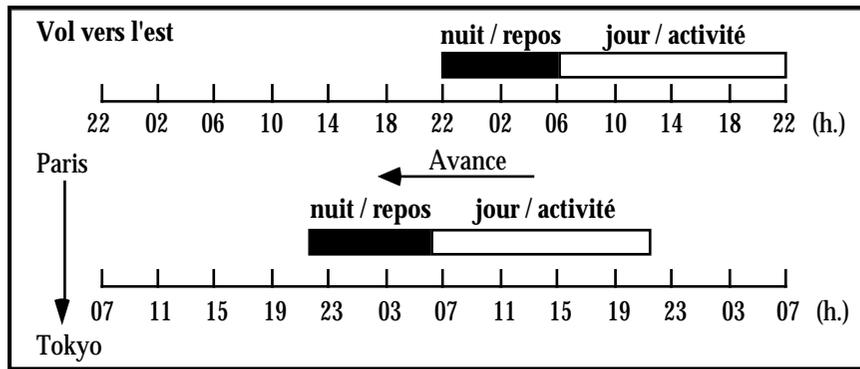


Vol vers l'est

Avance de phase des synchroniseurs externes.

L'ajustement sur la nouvelle phase des synchroniseurs nécessite un coucher et un lever de plus en plus précoces.

Les vols vers l'est sont plus pénibles que ceux vers l'ouest.



3 - Schématisation des étapes de l'ajustement psychophysologique -

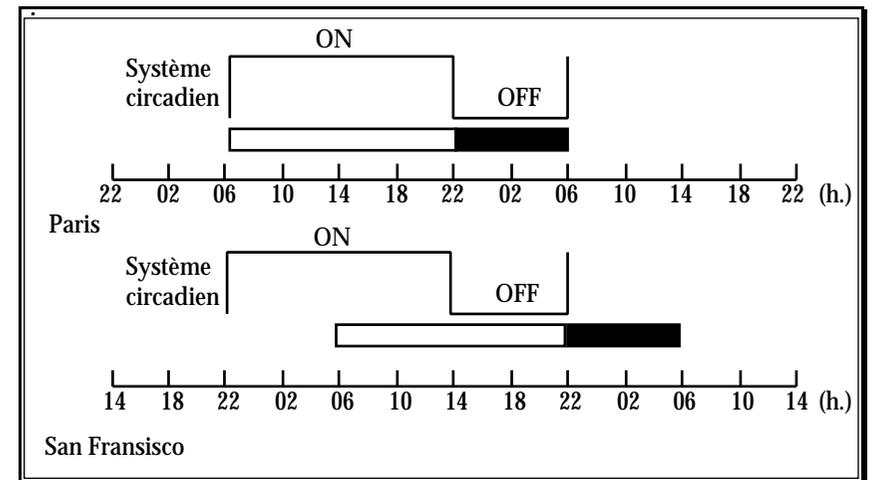
Exemple : vol vers l'ouest

1 à 2 jours après le vol : décalage de phase entre le système circadien et les synchroniseurs.

Dans les conditions habituelles, l'horloge biologique est en phase avec les synchroniseurs externes : la période de moindre efficacité (OFF) coïncide avec la période nocturne.

En raison de son inertie, l'horloge biologique ne s'ajuste pas immédiatement sur le nouvel horaire après franchissement de plusieurs fuseaux horaires.

Il en résulte un décalage brutal entre l'horloge biologique synchronisée de l'heure locale du pays d'origine et l'heure locale du pays d'arrivée.



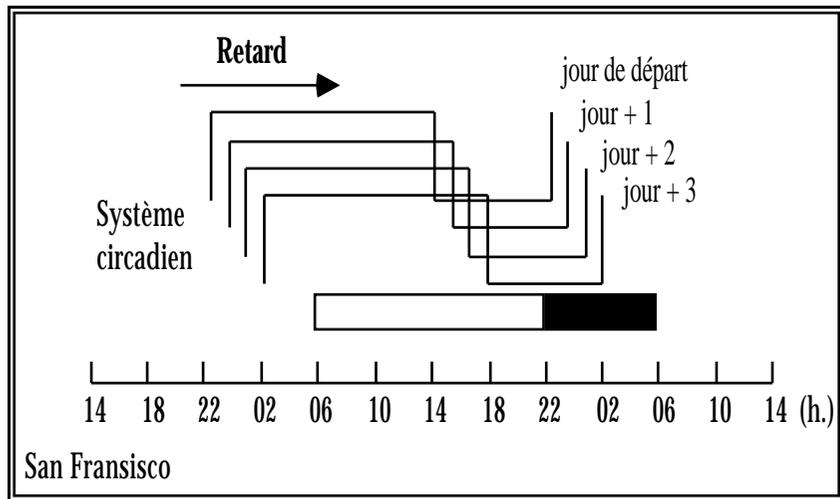
3 à 4 jours après le vol : dissociation interne

Ajustement progressif sur le nouvel horaire dans le sens d'un retard de phase des fonctions psychophysologiques, des horaires de coucher et de lever.

Vitesse d'ajustement : 1 heure à 1 heure et demie par jour.

Les fonctions psychophysologiques s'ajustent à des vitesses variables : 1 semaine pour la température, 3 semaines pour les rythmes endocriniens.

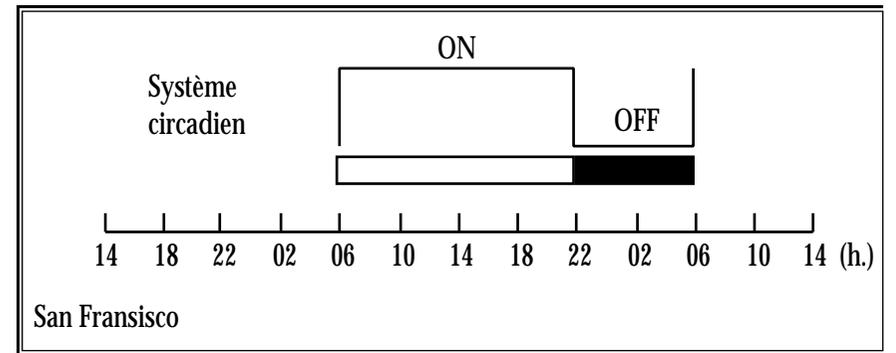
Il en résulte une perte d'harmonie du système circadien appelée "dissociation interne" et responsable du syndrome du jet lag.



8 à 9 jours après le vol : ajustement du système circadien

Synchronisation entre l'heure locale et l'heure biologique.

Synchronisation entre une grande partie des fonctions psychophysiologiques.



4 - Escale et retour à la base -

Si la durée de l'escale est courte (<48heures), il est préférable de continuer à vivre par rapport à l'horaire du pays d'origine.

Plus la durée de l'escale est longue, plus l'ajustement sur le nouvel horaire est avancé et plus pénible sera la resynchronisation sur l'horaire de la base après le vol retour.

La durée de la période de repos après le vol retour à la base devrait être au moins égale à la période de l'escale pour permettre la resynchronisation.

1 - Décalage horaire -

Changements d'horaires du cycle veille-sommeil liés aux modifications de la phase des synchroniseurs externes.

* Vol vers l'ouest :

- l'heure du coucher est retardée de manière à faire coïncider la période de sommeil avec la nuit physique locale,
- la première nuit après l'arrivée montre quelques modifications par rapport au sommeil habituel. Elle contient davantage de sommeil paradoxal dans la première partie que d'habitude et tend à être plus interrompue par des épisodes d'éveil dans sa seconde moitié. Il en résulte une somnolence diurne,
- un sommeil normal est généralement rétabli après trois nuits,
- lorsque l'escale est courte (<48 heures), il est préférable de maintenir ses horaires habituels de coucher et de lever afin d'éviter les perturbations liées à la première nuit,
- lorsque l'escale est longue (>48 heures), il faut se synchroniser sur l'horaire du départ en se couchant le plus tard possible et ce dès la première nuit.

*** Vol vers l'est :**

- la première nuit s'avère parfois meilleure que le sommeil habituel pour autant que le sujet ne dorme pas pendant le vol et ne fasse pas de sieste à l'arrivée. Il aura accumulé une dette de sommeil suffisante pour compenser les effets du décalage horaire,
- ces effets se manifestent dans les nuits suivantes par un sommeil plus instable et plus interrompu,
- une amélioration de la qualité du sommeil interviendra sur une période de sept jours,
- dans les rotations vers l'est une escale courte (<48 heures) est donc préférable.

2 -Travail de nuit et horaires alternants -

Changements d'horaires du cycle veille-sommeil liés aux horaires de travail.

Les perturbations du sommeil liées au travail en horaires décalés s'avèrent plus pénibles que celles liées au décalage horaire car les synchroniseurs externes tendent à maintenir le système circadien sur l'horaire standard.

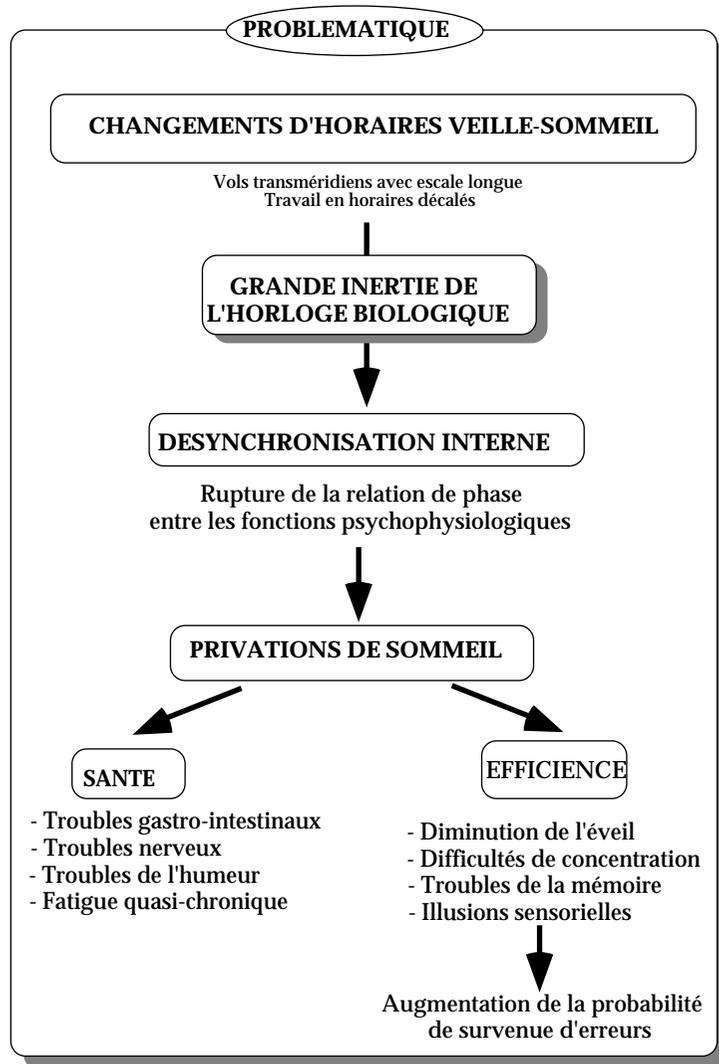
Il en résulte un perpétuel conflit entre la phase de l'horloge biologique et la période de sommeil imposée par l'horaire de travail.

Le sommeil du jour après un poste de nuit présente une qualité et une quantité insuffisantes car il survient dans une période de la journée peu favorable au sommeil

sur le plan biologique (la phase ascendante de la température corporelle) et environnemental (lumière, bruit, rythmes sociaux).

Le sommeil de nuit avant un poste du matin est raccourci en raison du réveil précoce. Alors que la zone de moindre somnolence située en début de soirée et de la pression sociale qui s'y exerce ne permettent pas d'avancer l'heure de l'endormissement.

6.3 - PREVENTION NATURELLE DES TROUBLES LIES AUX CHANGEMENTS D'HORAIRE VEILLE-SOMMEIL



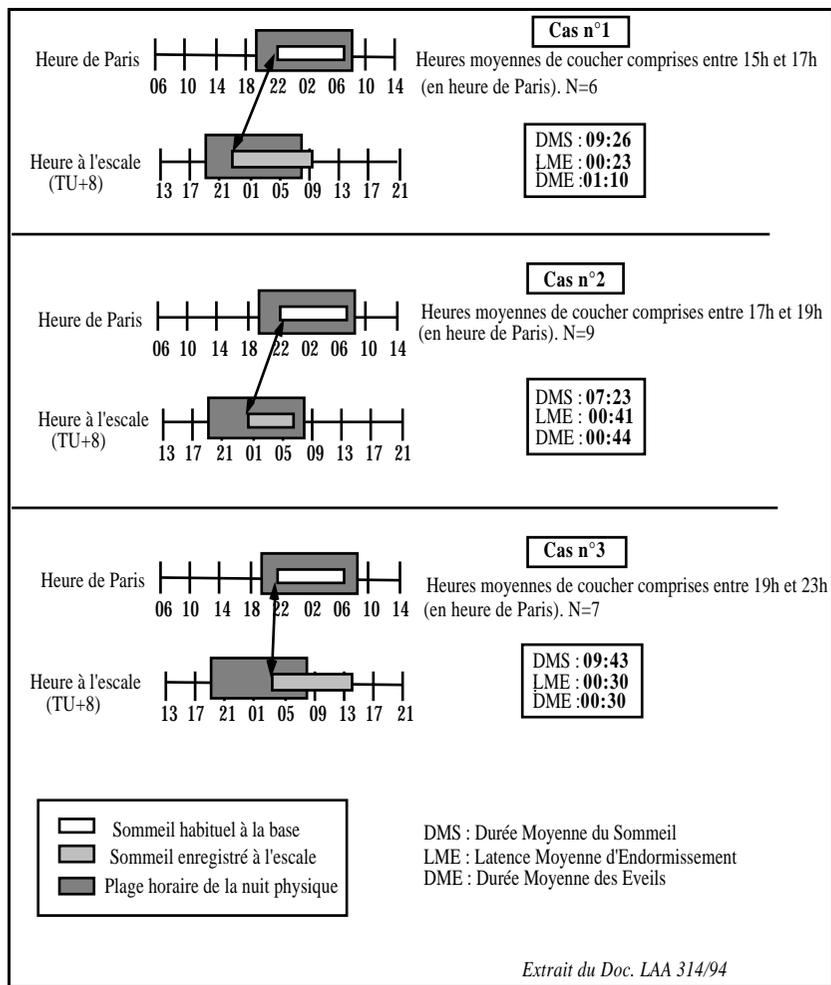
6.3.1 - LES FACTEURS DE PREVENTION -

6.3.1.1 - Escales courtes -

Lors des escales courtes, les rythmes biologiques n'ont pas le temps de s'ajuster au nouvel horaire. Cependant, ces escales courtes nécessitent une gestion particulière du rythme activité-repos en s'astreignant à maintenir des horaires de coucher et de repas synchronisés aux heures de la base. Bien qu'en opposition avec les rythmes sociaux, cette gestion présente un grand intérêt, comme le montre l'exemple ci-après, dans la prévention des troubles de sommeil

Dans la recherche sur le niveau d'éveil et le sommeil des pilotes d'avions long-courriers, le maintien d'un rythme veille-sommeil synchronisé à l'horaire de la base a fait l'objet de recommandations.

Les résultats indiquent que les pilotes qui ont tenté de se synchroniser à l'heure locale présentent soit une réduction de la durée du sommeil (cas n°2), soit une dégradation de la qualité du sommeil (cas n°1) caractérisée par une latence d'endormissement élevée et des éveils fréquents.



Dans le cas n°3, conformément aux recommandations les pilotes ont conservé des heures de coucher synchronisées à l'heure de la base. On observe un sommeil de durée élevée et de bonne qualité.

6.3.1.2 - Escalade longue -

L'inertie de l'horloge biologique constitue la cause principale des troubles liés aux changements d'horaires du cycle veille-sommeil.

La prévention de ces troubles doit donc porter sur l'horloge biologique en induisant un ajustement de celle-ci sur le nouvel horaire du cycle veille-sommeil.

Cet ajustement conduit à harmoniser la phase de l'horloge biologique et celle de la période de sommeil.

Les facteurs naturels favorisant cet ajustement sont :

- l'exposition à la lumière,
- le contact social (repas, loisirs ...),
- l'activité physique modérée.

Le rôle du contact social et de l'activité physique est abordé dans l'hygiène de vie.

L'exposition à la lumière représente, comme nous allons le voir ci-après, le facteur le plus puissant dans l'ajustement de l'horloge biologique sur un nouvel horaire.

6.3.2 - LES EFFETS DE LA LUMIERE -

6.3.2.1 - Informations de base -

Les changements quotidiens et saisonniers de la durée du jour (photopériode) sont transmis à l'horloge biologique par l'intermédiaire de la mélatonine, hormone sécrétée par la glande pinéale.

Cette hormone présente un rythme circadien très marqué, avec une absence totale de sécrétion pendant le jour et une de la production pendant la nuit.

Plus les jours sont courts (en hiver), plus la durée de sécrétion de la mélatonine est longue et inversement.

La période de moindre efficacité (OFF) coïncide avec le maximum de sécrétion de la mélatonine.

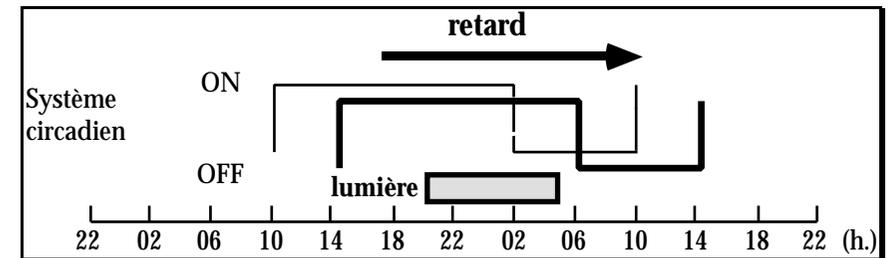
Lors d'un changement d'horaires veille-sommeil, l'objectif visé consiste à induire, grâce à la lumière, un décalage de phase de l'horloge biologique de la même amplitude et dans le même sens que la période de sommeil.

Le principe d'action de la lumière sur l'horloge biologique consiste à décaler la production de la mélatonine vers la nouvelle période de sommeil.

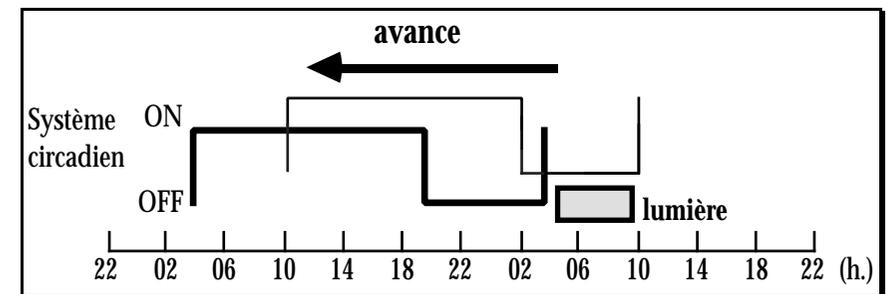
Ce décalage est accompagné du même décalage de la période de moindre efficacité (OFF).

Le choix de la plage d'exposition à la lumière détermine le sens du décalage :

- une exposition à la lumière dans la soirée ou la première partie de la nuit (avant 5h) induit un retard de phase de la sécrétion de la mélatonine.



- une exposition à la lumière dans la seconde partie de la nuit (après 5h) entraîne une avance de phase de la sécrétion de la mélatonine.



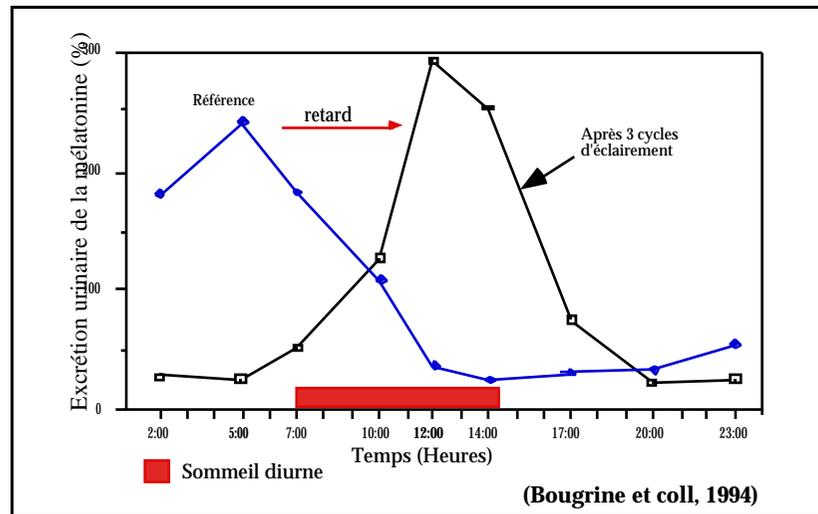
- ces décalages de l'horloge biologique (retard et avance) peuvent être atteints à partir d'une intensité lumineuse de l'ordre de 2500 lux,
- l'intensité solaire en milieu de journée est de l'ordre de 100000 lux,
- l'intensité lumineuse d'une lampe de chevet varie entre 50 et 200 lux.

6.3.2.2- Application de la lumière -

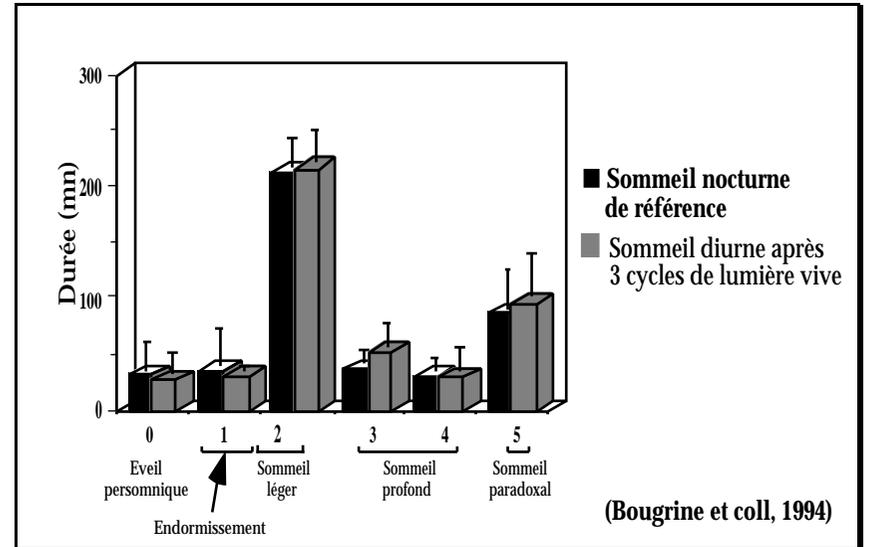
Exemple 1 : cas de vol vers l'ouest ou de travail de nuit
(l'heure du coucher se trouve retardée de 7 heures par rapport à la phase de l'horloge biologique).

Les résultats observés indiquent qu'après trois cycles d'éclairement entre 2h et 5h du matin, à 2500-3000 lux :

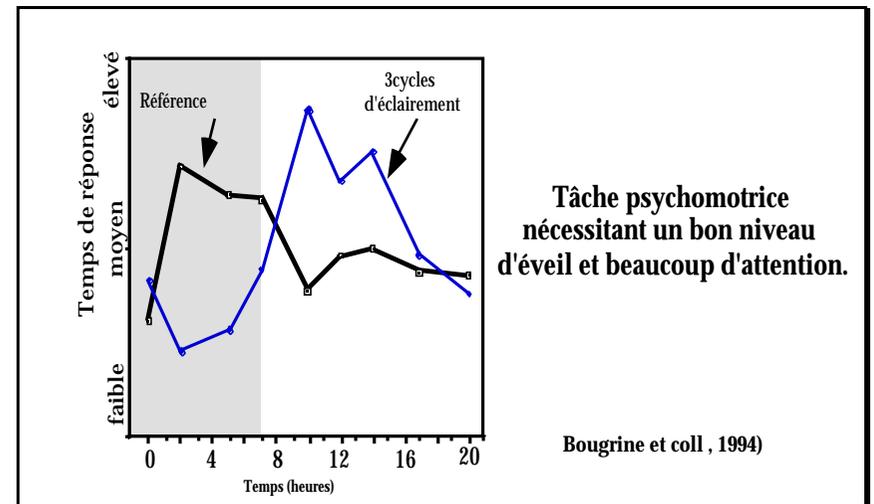
- **L'horloge biologique** s'ajuste complètement sur le nouvel horaire du sommeil : déplacement du pic de la sécrétion de la mélatonine de 5h vers 12h.



- **Le sommeil de jour** présente la même quantité et qualité qu'un sommeil nocturne de référence : adéquation parfaite pour chaque stade de sommeil.



- **Les performances s'améliorent au cours de la nuit: inversion complète du rythme des performances par rapport à celui de référence.**

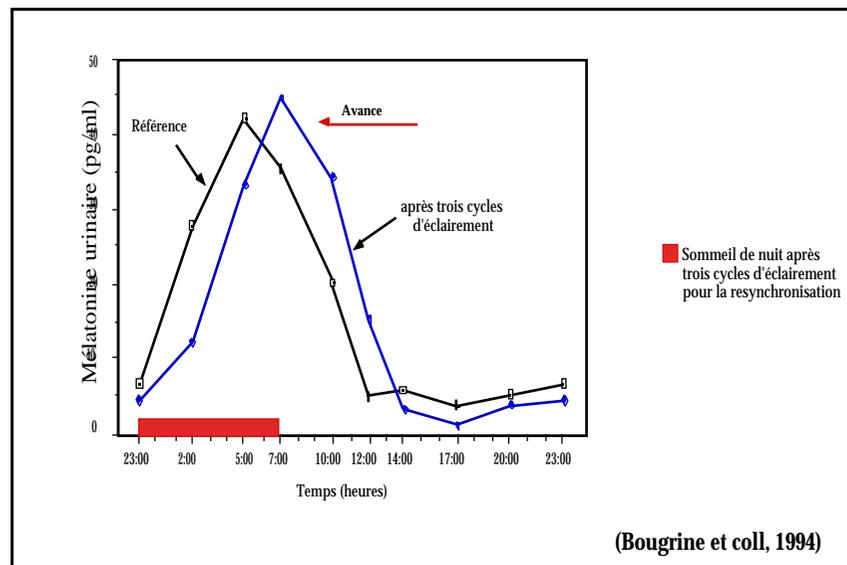


Exemple 2 : cas d'un retour des USA à la base après une longue escale ou à fin d'une longue série de travail de nuit. (L'heure du coucher se trouve avancée de 7 heures par rapport à la phase de l'horloge biologique).

Trois cycles d'éclairement entre 10h et 13h permettent une avance de phase de 5 heures de l'horloge biologique.

Le décalage (2 heures) qui subsiste est lié à la difficulté d'induire une avance de phase de l'horloge biologique.

Au retour des USA à la base, il est intéressant de prévoir des périodes de repos de durées au moins égales à celles de l'escale .



6.3.2.3- Plages horaires favorables à l'exposition à la lumière pendant et après une longue escale -

- Les plages horaires indiquées sont en heures de Paris.
- L'exposition à la lumière pendant trois heures de manière continue ou discontinue (ex : par périodes de 30 minutes) présente les mêmes effets bénéfiques.
- Pendant l'escale après un vol vers l'Ouest (par exemple vers les USA), s'exposer à la lumière entre 20h et 5h.
- Pendant l'escale après un vol vers l'Est (par exemple vers l'Asie), s'exposer à la lumière entre 5h et 10h.
- Au retour à Paris, après un long séjour aux USA, s'exposer à la lumière entre 10h et 15h.
- Au retour à Paris, après un long séjour en Asie, s'exposer à la lumière entre 13h et 24h.

* * * *

7 - L'HYGIENE DE VIE

* * * *

HYGIENE ALIMENTAIRE

- le gain ou la perte de poids indique de mauvaises habitudes alimentaires.
- les troubles du métabolisme des lipides constituent un des plus importants facteurs du risque vasculaire.
- les horaires irréguliers des repas peuvent provoquer des troubles digestifs en raison des rythmes circadiens de l'activité des enzymes digestives.
- pendant le travail de nuit, éviter les repas très riches en graisses car l'estomac n'a pas l'habitude de travailler autant la nuit que le jour.
- les aliments riches en hydrates de carbone peuvent diminuer la vigilance pendant la seconde moitié de la nuit.
- un apport de protéines peut limiter le déclin de la vigilance au cours de la nuit.
- un repas copieux pris peu de temps avant le coucher risque de perturber le sommeil et la digestion.
- lorsque le sommeil a lieu pendant le jour (ex : après un vol de nuit ou décalage horaire), la faim peut vous réveiller avant que vous n'ayez suffisamment dormi.

- un repas de plus de 600 kilocalories, pris la nuit, peut provoquer la somnolence.
- il est préférable de prendre des fruits ou des produits laitiers comme casse-croute.
- les fruits frais et les jus de fruits constituent une bonne source de vitamines et contiennent des sucres naturels qui procurent rapidement de l'énergie.
- le lait et les produits laitiers sont riches en protéines que l'on retrouve dans tous les tissus du corps humain.
- en escale courte après un vol transmériidien, il est préférable de prendre ses repas aux horaires habituels. (ex : si vous êtes en escale courte (<48heures) à New York, essayer de prendre, à l'heure locale du petit déjeuner, un repas consistant, car pour votre organisme cet horaire correspond à l'heure du déjeuner).
- en escale longue, la prise de repas en heures locales favorise l'ajustement sur l'horaire du pays d'arrivée.
- pour favoriser l'adaptation après un vol transmériidien, il faut prévoir des petits déjeuners et des déjeuners riches en protéines pour stimuler la vigilance, et des dîners riches en hydrates de carbone afin de faciliter le sommeil.

ACTIVITE PHYSIQUE

- pour une meilleure résistance au stress et un meilleur état d'esprit, il est conseillé de faire monter son rythme cardiaque à un "rythme athlétique" pendant vingt minutes trois fois par semaines.
- le rythme athlétique minimum correspond à 180 battements par minutes moins votre âge : 140 à 40 ans, 130 à 50 ans. Le taux maximal est de 220 battements par minutes moins votre âge.
- la sollicitation des muscles des membres inférieurs, par la pratique du cyclisme, de la natation, du jogging ou de la marche rapide permettent d'augmenter le rythme cardiaque.
- **l'heure à laquelle se déroule l'activité physique conditionne la qualité de l'éveil et du sommeil la nuit suivante.**
- **il est essentiel de ne pas trop se fatiguer par des exercices physiques intenses avant un vol, surtout pour ce qui concerne un vol de soir ou de nuit.**
- au cours d'un vol de nuit, une activité physique légère ou modérée (marche, quelques mouvements) permet d'atténuer les effets négatifs d'une privation de sommeil en augmentant le niveau d'éveil et en réduisant la fatigue.

- une activité physique inhabituellement intense au cours de l'après-midi induit un stress qui diminue le sommeil lent profond pendant la nuit suivante chez les sujets sédentaires et l'augmente chez les sportifs.
- lorsque l'effort physique reste modéré et ne se situe pas trop tard dans la journée, la fatigue et la somnolence le soir sont plus importantes et le sommeil est de bonne qualité.
- pour favoriser l'adaptation en escale longue, profiter des périodes d'exposition à la lumière pour effectuer une activité physique légère (marche) voire modérée.

LES MESURES PHARMACOLOGIQUES

- HYPNOTIQUES -

Les hypnotiques proviennent essentiellement de deux classes de psychotropes : Benzodiazépines et Barbituriques.

Effets :

- Sédatif
- Hypnotique
- Anxiolytique
- Myorelaxant

Effets sur le sommeil :

- Augmentation des stades 1 et 2
- Diminution des stades 3 et 4
- Réduction du sommeil paradoxal

Effets secondaires :

- Troubles de la mémoire
- Diminution de l'attention
- Augmentation des cauchemars
- Sédation résiduelle au réveil ° diminution de l'efficiace intellectuelle et psychomotrice
- Impression de lassitude
- Sensation de tête vide
- Augmentation de temps de réaction
- Incoordination motrice
- Confusion
- Nausées
- Vertige
- Maux de tête
- Réaction de sevrage à l'arrêt d'un long traitement ou après de fortes doses d'hypnotique ° insomnie, irritabilité, anxiété, attaques de panique, tremblements, palpitations.

- PSYCHOSTIMULANTS -

On peut distinguer trois familles de psychostimulants : les substances amphitaminiques, les dérivés de xanthines (caféine, théophylline, théobromine), psychostimulants de synthèse.

Objectifs :

- Maintien d'un éveil prolongé
- Sans modification de comportement
- Sans déficit de performance

Amphitamines :

Effets (limités dans le temps) :

- Elévation du tonus général de la vigilance
- Euphorie
- Amélioration des performances psychomotrices

Effets Secondaires :

- Signes d'anxiété
- Tendance à l'isolement social
- Exacerbation des signes paranoïdes
- Troubles de la perception visuelle
- Anorexie
- Excitation cardiaque

Xanthine : seule la caféine offre un intérêt en tant que psychostimulant.

Effets :

- Stimule la vigilance
- Réduit la sensation de fatigue
- Favorise les activités cognitives
- Elévation des capacités respiratoires

Effets Secondaires :

- Arythmie cardiaque
- Elévation de la diurèse
- Réduction de la circulation cérébrale
- Tremblements
- Troubles de la perception

Psychostimulant de synthèse : le modafinil, molécule encore en test, semble favoriser un bon niveau d'éveil avec un minimum d'effets secondaires immédiats. Actuellement, le modafinil est utilisé uniquement pour des cas pathologiques. Les conséquences à long terme sur la santé sont encore inconnues.

* * * *

8 - POUR EN SAVOIR PLUS...

* * * *

📖 OUVRAGES GENERAUX

BENOIT (O.) - Physiologie du sommeil - Paris : Masson 1984.

BEUGNET-LAMBERT (C.) ; LANCRY (A.) ; LECONTE (P.)- Chronopsychologie. Rythmes et activités humaines.- Lille : Presses Universitaires de Lille, 1988.

BRUNSTEIN (I.) ; ANDLAUER (P.)- Le travail posté chez nous et ailleurs.- Marseille : Les Editions O / E, 1988.

CORLETT (E.N.) ; QUEINNEC (Y.) ; PAOLI (P.)- Aménager le travail posté. Pourquoi ? Pour qui ? Comment ?- Dublin : Fondation Européenne pour l'Amélioration des Conditions de Vie et de Travail, 1988.

FOLKARD (S.) ; MONK (T.H.) - Hours of work : temporal factors in work scheduling. - New York : John Wiley, 1985.- pp. 185-197.

GAILLARD (J.M.)- Le sommeil. Ses mécanismes et ses troubles.- Paris : Doin éditeurs ; Lausanne : Editions Payot, 1990.

HAUS (E.) ; TOUITOU (Y.)- Biological rhythms in clinical and laboratory medicine.- Berlin : Springer Verlag, 1992.

MINORS (D.S.) ; WATERHOUSE (J.M.)- Circadian rhythms and the human.- Bristol-London-Boston : Wright P.S.G., 1981.

REINBERG (A.)- Des rythmes biologiques à la chronobiologie.- Paris : Gauthier-Villars, 1979.- (Discours de la Méthode).

REINBERG (A.)- Les rythmes biologiques.- Paris : Presses Universitaires de France, 1982.- 128 p.- (Que sais-je ?).

WEITZMAN (E.D) - Sleep Disorders : basic and clinical research - New York : Spectrum Publications, 1983.

WEVER (R.A.)- The circadian system of man. Results of experiments under temporal isolation.- New York : Springer Verlag, 1979.

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

AMPHOUX (M.) ; SAUVIGNON (M.) ; IGNAZI (G.)- Tâche complexe simulée et vigilance.- In : Third International Conference on System Science in Health Care, Munich, July 16-20th 1984 / W. van Eimeren ed., R. Engelbrecht ed., C.D. Flagle ed.- Heidelberg : Springer-Verlag, 1984.- (Health System research).- pp. 302-305.

CABON (P.) ; IGNAZI (G.) ; COBLENTZ (A.)- Fluctuations de la vigilance et de la performance d'opérateurs placés dans des situations automatisées.- In : Actes de la 7ème Conférence annuelle Européenne "Prise de Décision et Contrôle Manuel", Paris, 18-20 Octobre 1988.- Clamart : Electricité de France, 1988.- pp. 243-250.

BOUGRINE (S.) ; CABON (Ph.) ; IGNAZI (G.)- Phase delay of rhythm of 6-sulfatoxy-melatonin-excretion by bright light improves sleep and performance.- In :

Melatonin and the pineal gland - From basis science to clinical application / Y. Touitou ed.; J. Arendt ed. ; P. Pévet ed.- Amsterdam : Elsevier Science Publishers B.V., 1993.- pp. 219-223.

BOUGRINE (S.) ; CABON (P.) ; IGNAZI (G.) ; COBLENTZ (A.).- Exposition à la lumière et organisation temporelle du travail.- Communication au Colloque CNRS de Prospective "Recherches pour l'Ergonomie", Toulouse, 18-19 Novembre 1993.

BOUGRINE (S.).- Effets de la lumière sur la synchronisation des rythmes de sommeil et de performance.- Communication au 2ème Symposium Franco-Chinois sur la Recherche et la Conception en Ergonomie, Paris, 23-26 Novembre 1993.

BOUGRINE (S.).- Prévention, par une exposition à la lumière des troubles du sommeil et des performances cognitives liées à une modification du cycle activité-repos - Application au travail posté.- (Thèse de Doctorat (NR) : Université Paris V - René Descartes : 22 Mars 1994).

BOUGRINE (S.) ; MOLLARD (R.) ; IGNAZI (G.) ; COBLENTZ (A.).- Appropriate use of bright light promotes a durable adaptation to nightshifts and accelerates the readjustment during the recovery after nightshifts period.- Work and Stress, 1994 (sous presse).

COBLENTZ (A.) ; IGNAZI (G.).- Vigilance de l'opérateur humain dans les systèmes automatisés de l'industrie moderne.- Bulletin d'Informations Médicales de la SNCF, n° 158, 1988, pp. 3-11.

COBLENTZ (A.) ; MOLLARD (R.) ; PROUX (S.) ; SAUVIGNON (M.).- Variations of vigilance and human performance - A circadian approach.- In : Commission of the European Communities. Proceedings of the workshop "Electroencephalography in transport operations"/A. Gundel ed.- Cologne : DFVLR ; Institute for Aerospace Medicine, 1985.- pp. 94-103.

COBLENTZ (A.).- L'homme est-il un élément limitatif dans l'utilisation des systèmes d'armes ?.- In : Actes de la Journée Nationale Science et Défense du 5 Décembre 1985.- Paris : CEDOCAR, 1985.

COBLENTZ (A.).- Vigilance et performance résiduelle des équipages de blindés pour des missions de longue durée.- In : Tank crew training.- SI : NATO, 1986.

COBLENTZ (A.).- Vigilance de l'opérateur humain au cours de l'utilisation de systèmes automatisés.- Communication au Colloque International "La Maîtrise des Risques Technologiques", Paris, 7-8 Décembre 1987.

COBLENTZ (A.).- Vigilance de l'opérateur humain au cours de l'utilisation de systèmes automatisés.- In : Compte-Rendu du Colloque International "La Maîtrise des Risques Technologiques", Paris, 7-8 Décembre 1987.- Paris : ACADI, 1988.- pp. 22-23.

COBLENTZ (A.) ; IGNAZI (G.) ; MOLLARD (R.) ; SAUVIGNON (M.).- Effect of monotony on vigilance and biomechanical behavior. In : Vigilance : methods, models and regulation. Vol. 5/ J.P. Leonard ed.- Frankfurt : Peter Lang, 1988.- pp. 129-136.

COBLENTZ (A.) ; CABON (P.) ; MOLLARD (R.).- Effets de l'alternance d'une tâche monotone et de tâches complexes sur la vigilance et la performance. Phase exploratoire.- Communication aux Journées d'Etudes prospectives OTAN "Vigilance et Performance de l'Homme dans les Systèmes Automatisés", Paris, 19-23 Septembre 1988.

COBLENTZ (A.) ; CABON (Ph.) ; IGNAZI (G.).- Human operator efficiency in monotonous transport operations. Effects on safety.- In : Proceedings of the 33th Annual Meeting of the Human Factors Society, Denver (Colorado), 16-20 Octobre 1989.- Santa Monica : The Human Factors Society, 1989.- pp. 941-945.

COBLENTZ (A.) ; CABON (Ph.).- Effets de la monotonie et de l'organisation des horaires de travail sur la vigilance et la performance des opérateurs.- Paris : Editions Techniques, 1994.- 8 p.- (Encyclopédie Médico-Chirurgicale : Toxicologie-Pathologie professionnelle, 16-784-A-10).

COBLENTZ (A.) ; MOLLARD (R.) ; CABON (P.).- Vigilance and performance of human operators in transport operations. Applications to railway and air transport.- Communication at the Human Factors Engineering Workshop "A task-oriented approach", ESTEC, Noordwijk, 21-23 Novembre 1989.

CABON (Ph.) ; COBLENTZ (A.) ; MOLLARD (R.).- Interruption of a monotonous activity with complex tasks : effects of individual differences.- In : Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Human Factors

Society, Orlando, Florida, October 8-12, 1990.- Santa Monica : The Human Factors Society, 1990.- pp. 912-916.

CABON (Ph.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.).- Facteurs humains et sécurité des vols : importance de la gestion du sommeil.- Comptes Rendus du Séminaire OACI, Douala, 6-10 Mai 1991.

CABON (Ph.), 1992, Maintien de la vigilance et gestion du sommeil dans les systèmes automatisés. Recherche de laboratoire. Applications aux transports ferroviaires et aériens, Thèse de Doctorat (NR), Université Paris V - René Descartes.

CABON (Ph.) ; COBLENTZ (A.) ; MOLLARD (R.) ; FOUILLOT (J.P.), 1993, Human vigilance in railway and long-haul flight operation, Ergonomics, 36, 1019-1033.

CABON (Ph.) ; FOUILLOT (J.P.).- Méthodes de détection des baisses de vigilance et détermination des phases de sommeil en ambulatoire.- Communication au Symposium sur les Vols long-courriers : cycles activité-repos des équipages, Paris, 14-15 Juin 1994.

CABON (Ph.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.) ; FOUILLOT (J.P.) ; BENAUDIA (M.) ; SPEYER (J.J.).- Prévention de l'hypovigilance et gestion des repos des pilotes d'avions long-courriers.- Communication au Symposium sur les Vols long-courriers : cycles activité-repos des équipages, Paris, 14-15 Juin 1994.

FOUILLOT (J.P.) ; CABON (Ph.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.) ; SPEYER (J.J.).- Niveau d'éveil des équipages et conditions extrêmes de vol long-courrier.-

Communication au Symposium sur les Vols long-courriers : cycles activité-repos des équipages, Paris, 14-15 Juin 1994.

MOLLARD (R.)- Etude des performances psychomotrices et de l'efficience d'opérateurs de blindés.- In : Actes de la Journée Nationale Science et Défense du 5 Décembre 1985.- Paris : CEDOCAR, 1985.

IGNAZI (G.)- Performance-variabilité-fiabilité de l'opérateur humain dans la conception du char futur.- In : Actes de la Journée Nationale Science et Défense du 5 Décembre 1985.- Paris : CEDOCAR, 1985.

MOLLARD (R.) ; IGNAZI (G.)- Automatisation et Performance : besoins et perspectives.- In : Comptes rendus des Journées d'Etudes du Programme de Recherche Médicale et de Santé Publique de la Commission des Communautés Européennes : "Effet de l'automatisation sur la performance de l'opérateur humain", Paris, 27-28 octobre 1986 / A. Coblenz ed.- Paris : L.A.A., Université René Descartes, 1986.- pp. 3-16.

MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.) ; CABON (Ph.)- Vigilance in transport operations. Field studies in air transport and railways.- In : Proceedings of the 34th Annual Meeting of the Human Factors Society, Orlando, Florida, October 8-12, 1990.- Santa Monica : The Human Factors Society, 1990.- pp. 1062-1066.

MOLLARD (R.) ; CABON (Ph.) ; COBLENTZ (A.) ; FOUILLOT (J.P.) ; BENAOUZIA (M.) ; SPEYER (J.J.)- Prévention de l'hypovigilance et gestion des repos des pilotes d'avions long-courriers.- Communication aux VIèmes Entretiens Jacques Cartier "Vigilance et

Transports. Aspects Fondamentaux, Dégradation et Prévention", Lyon, 9-10 Décembre 1993.

MOLLARD (R.) et coll.- La fatigue des vols long-courriers: quelle méthode d'approche? - Communication au Symposium sur les Vols long-courriers : cycles activité-repos des équipages, Paris, 14-15 Juin 1994.

SAUVIGNON (M.) ; MOLLARD (R.) ; COBLENTZ (A.)- Posture et vigilance.- In : Coloquio Franco Brasileiro de Ergonomia e Biometria, Campinas, 3-5 Agosto 1983. Primeiro Volume.- Campinas : UNICAMP, 1983.

GRAEBER (C.) ; DEMENT (W.) ; NICHOLSON (A.N.) ; SASAKI (M.) ; WEGMANN (H.M.)- International Cooperative of Aircrew Layover Sleep : Operational Summary.- Aviation, Space and Environmental Medicine, 57, (suppl., 12), 1986, pp. 3-19.

GRAEBER (C.) ; ROSEKIND (M.R.) ; CONNELL (L.J.) ; DINGES (D.F.)- Cockpit Napping.- ICAO journal, 1990, pp. 5-10.

GRAEBER (C.), 1988, Aircrew fatigue and circadian rhythmicity, in E.L. Wiener and D.C. Nagel (eds) *Human Factors in Aviation*. (Academic Press, San Diego), 305-344.

NICHOLSON (A.N.) ; PASCOE (P.A.) ; SPENCER (M.B.) ; STONE (B.M.) ; GREEN (R.L.)- Nocturnal Sleep and Daytime Alertness of Aircrew after Transmeridian Flights.- Aviation, Space and Environmental Medicine, 57 (suppl., 12), 1986, pp. 43-52.

SASAKI (M.) ; ENDO (S.) ; NAKAGAWA (S.) ; KITAHARA (Y.) ; MORI (A.).- Patterns of sleep-wakefulness before and after transmeridian flight in commercial airline pilots.- Aviation, Space and Environmental Medicine, 57 (suppl., 12), 1986, pp. 29-42.

WEGMANN (H.M.) ; GUNDEL (A.) ; NAUMANN (M.) ; SAMEL (A.) ; SCHWARTZ (E.) ; VEJVODA (M.) .- Sleep, sleepiness, and circadian rhythmicity in aircrews operating on transatlantic routes.- Aviation, Space and Environmental Medicine, 57 (suppl., 12), 1986, pp. 53-64.

RAPPORTS DE RECHERCHE DU LAA

Etude de la variation de vigilance en relation avec l'usage du système VACMA.- Paris : LAA.- 26 p.- (Doc. A.A. 111/81).

Elaboration d'une méthode d'étude de la pédale VACMA.- Paris : LAA.- 133 p.- (Doc. A.A. 117/82).

Elaboration d'une méthode d'étude de commandes du système VACMA - La pédale à trois positions. La pédale à équilibre. Le cerclé actuel. Le cerclé à effleurement.- Paris : LAA.- 94 p.- (Doc. A.A. 122/82).

Interactions entre niveaux de vigilance et comportement biomécanique.- Mise en place d'une méthode d'étude.- Paris : LAA.- 82 p.- (Doc. A.A. 146/84).

Etude d'une commande du système VACMA : la pédale à équilibre.- Paris : LAA.- 66 p.- (Doc. A.A. 149/84).

Etude d'une commande du système VACMA - La pédale à équilibre - Etape B.- Paris : LAA.- 108 p.- (Doc. A.A. 171/84).

Etude d'une commande du système VACMA - La pédale à équilibre - Etape C.- Paris : LAA.- 121 p.- (Doc. A.A. 187/86).

Etude de la commande du système VACMA - Vérification expérimentale de la fonction veille automatique.- Paris : LAA.- 201 p.- (Doc. A.A. 214/87).

Automatisation et performance.- Paris : LAA.- 87 p.- (Doc. A.A. 221/87).

Influence de l'automatisation sur la vigilance des pilotes d'avions de transport au cours de vols de longue durée.- Paris : LAA.- 64 p.- (Doc. A.A. 242/88).

Automatisation et performance.- Paris : LAA.- 303 p, 1989.- (Doc. A.A. 252/89).

Vigilance des opérateurs des salles de commande des centrales nucléaires à EDF.- Paris : LAA.- 102 p .- (Doc.A.A. 263/91).

Sécurité des vols et facteurs humains. Premier Séminaire Régional OACI. Douala. 6-10 Mai 1991. Compte-rendu de mission. / P. Cabon réd.- Paris : LAA, 1991.- 49 p.- (Doc.A.A.267/91).

Essais en ligne des pédales à réglage de position. Détection de l'hypovigilance.- Paris : LAA, 1991.- 188 p.- (Doc.A.A.268/91).

Influence de l'automatisation sur la vigilance des pilotes d'avions de transport au cours de vols de longue durée. Phase II : Variabilité des états de vigilance au cours de vols de longue durée.- Paris : LAA, 1991.- 102 p.- (Doc.A.A.269/91).

Détection de l'hypovigilance au cours de la conduite automobile. Phase I : Compte-rendu d'expérimentations en condition statique.- Paris : LAA, 1991.- 46 p.- (Doc.A.A.270/91).

Effets de la lumière sur les rythmes biologiques, la performance et le cycle veille-sommeil. Phase I : Effets de l'exposition à la lumière entre 0h et 4h.- Paris : LAA, 1992.- 143 p.- (Doc.A.A.272/92).

Vigilance des opérateurs des salles de commandes des centrales nucléaires à EDF.- Paris: LAA, 1992.- 99 p.- (Doc.A.A.273/92).

Automatisation et performance. Variabilité de la performance et de la vigilance. Effets des ruptures de monotonie. Faisabilité d'une banque de données de performance.- Paris: LAA, 1992.- 150 p.- (Doc.A.A.275/92).

Influence de l'automatisation sur la vigilance des pilotes d'avions de transport au cours de vols de longue durée. Phase III. Etape 1. Recherche de solutions.- Paris : LAA, 1992.- 76 p.- (Doc.A.A.280/92).

A340 Certification Flights-Minimum Crew. Level of vigilance of aircrews during long-range flights. Relation

with tasks and activities.- Paris : LAA, 1992.- 45 p.-
(Doc.A.A.281/92).

Détection de l'hypovigilance au cours de la conduite automobile. Phase II. Compte rendu d'expérimentation en condition dynamique.- Paris : LAA, 1992.- 170 p.-
(Doc.A.A.283/92).

A340 Certification Flights-Minimum Crew, Route Proving. Progress report 2.- Paris : LAA, 1992.- 233 p.-
(Doc.A.A.284/92).

Effets de la lumière sur les rythmes biologiques. La performance et le cycle veille-sommeil. Phase II.- Paris : LAA, 1992.- (Doc.A.A. 286/92).

A340 Route Proving Flights. Progress report 3.- Paris : LAA, 1993.- 116 p.- (Doc.A.A.288/93).

A340 Route Proving Flights. Final report.- Paris : LAA, 1993.- 225 p.- (Doc.A.A.290/93).

Faisabilité d'une méthode d'évaluation du conducteur automobile sur simulateur.- Paris : LAA, 1993.- 58 p.-
(Doc.A.A.296/93).

Prise en compte des rythmes activité-repos dans l'analyse des incidents et accidents au cours du transport aérien civil. Méthode d'étude.- Paris : LAA, 1993.- 63 p.-
(Doc.A.A.297/93).

Optimisation de l'ajustement des rythmes biologiques et du cycle veille-sommeil pour les personnels affectés en

équipes 2 x 12. Compte rendu de l'expérimentation sur la barge DLB1601.- Paris : LAA, 1993.- 123 p.- (Doc.A.A.300/93).

Effets de la lumière sur les rythmes biologiques. La performance et le cycle veille-sommeil. Phase III.- Paris : LAA, 1993.- 387 p.- (Doc.A.A.301/93).

Influence de l'automatisation sur la vigilance des pilotes d'avions de transport au cours de vols de longue durée. Phase III. Etape 2. Recommandations pour l'optimisation des repos et la maintien de la vigilance.- Paris : LAA, 1993.- 260 p.- (Doc.A.A.302/93).

Facteurs humains et sécurité sur autoroute.- Paris : LAA, 1994.- 221 p.- (Doc.A.A.311/94).

Influence de l'automatisation sur la vigilance des pilotes d'avions de transport au cours de vols de longue durée. Phase IV.- Paris : LAA, 1994.- 127 p.- (Doc.A.A.314/94).

Optimisation de l'ajustement des rythmes biologiques et du cycle veille-sommeil pour les personnels affectés en équipes 2x12.- Paris : LAA, 1994.- (Doc.A.A.316/94).

ORGANISATION DE CONGRES ET COLLOQUES

Journées d'Etudes du Programme de Recherche Médicale et de Santé Publique de la Commission des Communautés Européennes "Effets de l'automatisation sur la performance de l'opérateur humain", Paris, 27-28 octobre 1986.

Symposium OTAN "Vigilance and Performance in Automated Systems / Vigilance et performance de l'Homme dans les systèmes automatisés", Paris, 19-23 Septembre 1988.

2ème Symposium Franco-Chinois sur la Recherche et la Conception en Ergonomie, Paris, 23-26 Novembre 1993.

Vols Long-courriers : Cycles Activité - Repos des Equipages. Symposium organisé par la Direction Générale de l'Aviation Civile et le Laboratoire d'Anthropologie Appliquée, Université René Descartes, Paris, 14-15 Juin 1994.