

36ème Congrès de la Société Francophone de Chronobiologie

Rennes, 17,18 et 19 mai 2004

ميع

Effets de l'entraînement physique et sportif régulier, chronique ou temporaire, sur les rythmes biologiques du travailleur en poste de nuit

B. Mauvieux¹, L. Gouthière², B. Sesboüe³ et D. Davenne¹

- 1- Laboratoire du Centre de Recherches en Activités Physiques et Sportives (CRAPS) UPRES EA 2131, UFR STAPS de Caen, 2, Boulevard Maréchal Juin, F-14032 Caen Cedex.
- **2** Laboratoire de Biostatistiques Appliquées et d'Informatique BioMédicale, Expert Soft Technologie, Le Chemin de la Birotte, F-37320 Esvres sur Indre.
- 3- Institut Régional de Médecine du Sport (IRMS), CHU de Caen, F-14033 Caen Cedex France.





Introduction: Effets du travail de nuit sur les rythmes biologiques

La situation contradictoire du travail de nuit altére la structure biologique : Conflits entre l'horloge interne les agents entraînants (Zeitgeber, Clock Driver...)



Effets sur les rythmes biologiques :

- ✓ Inversion partielle des rythmes circadiens (<12 heures)</p>
- ✓ Diminution des amplitudes,

Dans certains cas d'intolérence au travail de nuit, on observe :

- √ désynchronisation interne de certains rythmes circadiens,
- ✓ la période des rythmes peut s'étendre en deçà ou au delà de 24 heures.
- ➤ Des études concluent que des périodes proches de 24-h, q'une synchronisation des rythmes circadiens et des amplitudes importantes, reflètent une bonne adaptation de l'individu au travail de nuit (Reinberg et *al.*, 1980, 1988).

 Copyright © 2004, Benoit Mauvieux et CRAPS STAPS de Caen



Introduction : Effets de l'entraînement sur les rythmes circadiens

Que_

L'activité physique et sportive, pratiquée régulièrement, influence la rythmicité circadienne (pour revue Reilly et al., 1997) :

Les sportifs ont des rythmes circadiens avec de plus larges amplitudes que les sédentaires (Reilly et *al.*, 1997), une rythmicité circadienne plus stable, plus marquée et difficilement désynchronisable en conditions particulières : privation de sommeil, jet-lag (Meney et *al.*, 1998 ; Atkinson et *al.*, 1993).



Problèmatique

_مبع

Compte tenu des désynchronisations internes, de périodes circadiennes modifiées et d'amplitudes atténuées dans le cas particulier du travail de nuit,

Étant donné que des travaux précédents présument l'existence d'une relation entre la persistance des rythmes et la tolérance au travail de nuit,

Étant donné que la pratique régulière d'exercices physiques ou sportifs permet une stabilisation des rythmes circadiens et une augmentation de l'amplitude de la plupart des rythmes,



On peut se demander dans quelles mesures un programme d'entraînement physique et sportif régulier, chronique (au moins dix ans) ou temporaire (12 semaines) influence la rythmicité biologique du travailleur de nuit.

Étapes dans la modélisation et l'analyse des rythmes biologiques

1- Etude de la qualité de nos données expérimentales

Normalité de la distribution, indépendance des données et absence d'une répartition aléatoire des données (mise en évidence d'un phénomène stochastique causal)

2- Recherche des périodes :

Spectre Elliptique Inverse et Spectre du Percent Rhythm appliqués à la méthodologie du Single et du Population Mean Cosinor, Autopériodogramme de Jenkins & Watts, Périodogramme de Fisher et de Lomb & Scargle.

3- Modélisation:

Représentation du modèle sinusoïdal calculé à partir d'un Population Mean Cosinor et des points expérimentaux et d'une représentation par l'Ellipse de Confiance.

4- Validation statistique du modéle :

Etude des résidus par des tests complémentaires (Chi² et de "Kolmogorov-Smirnov")

5- Spectre de démodulation de l'amplitude et de la phase :

Permet de vérifier si les variations d'amplitude et de phase sont des constantes au cours du temps.

Réf: Gouthière (2003). www.euroestech.net

Mauvieux et al., (2003). Etudes comparées des rythmes circadiens et reflet actimétrique du sommeil de sportifs et de sédentaires en poste régulier de nuit, Can J Appl Physiol, 28(6):831-887.

Première étude : Effets de l'entraînement chronique sur les rythmes biologiques du travailleur de nuit

Population: 16 Techniciens: 2 femmes et 14 hommes, répartis en 1 Groupe Sportif (n=8) et 1 Groupe Sédentaire (n=8):

âge [ans]: $41,5 \pm 8,57$; taille [cm]: $175 \pm 10,3$ 9,7 ans $\pm 3,1$ d'ancienneté en poste de nuit,

et appariés en fonction de l'âge, ancienneté en poste de nuit, type d'habitation, situation familiale, chronotype...

> Seul le niveau d'entraînement physique différencit ces 2 groupes.

Fluctuations enregistrées pendant 9 jours : T°orale, actimétrie, tension artérielle, fréquence cardiaque, attention sélective, tempo spontané moteur, force d'agrippement dans les mains dominante et non-dominante, puissance anaérobie alactique, débit expiratoire de pointe, souplesse.

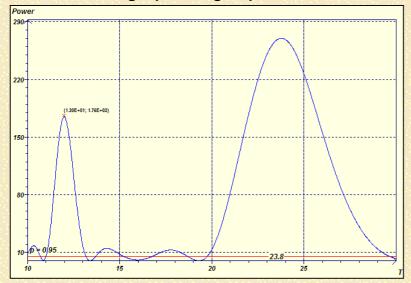
Tous ces techniciens travaillent au sein du groupe PSA Peugeot Citroen de Cormelles le Royal (Normandie, France), régulièrement la nuit : 5 nuits de 22:30 à 05:30, du dimanche soir au vendredi matin.

Résultats : Exemple du rythme activité / repos

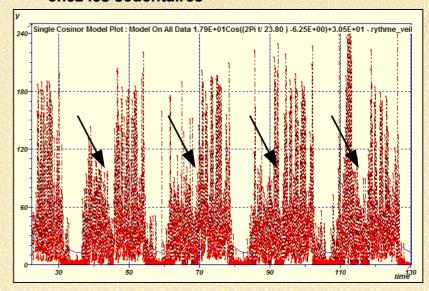


✓ Recherche de période :	Période du rythme activité/repos pour le Groupe des Sédentaires	Période du rythme activité/repos pour le Groupe des Sportifs
PR – Single Cosinor	12,0 et 23,8	23,5
PR – Sériel Cosinor	11,9 et 23,9	23,6
SEI – Single Cosinor	11,9 et 23,8	23,5
SEI – Sériel Cosinor	13,5	29,1
Autopériodogramme de Jenkins et Watts	12,1 et 23,6	23,4
Périodogramme de Fisher	16,4	34,4
Périodogramme de Lomb et Scargle	12,0 et 23,8	23,5

✓ Exemple de recherche de période avec la méthode de Lomb & Scargle pour le groupe des sédentaires



√ Modélisation du rythme activité /repos chez les sédentaires



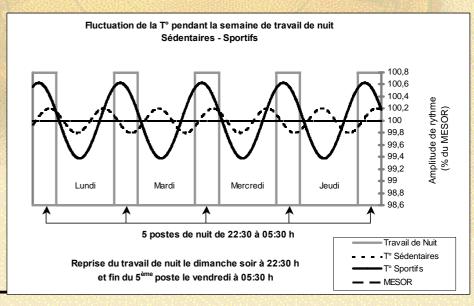
Résultats : Exemple du rythme de la T°

✓ Modélisation et superposition des fluctuations

√ Calcul des modéles en % par rapport au MESOR :

	Modèle du rythme de la T° (%) du MESOR
Groupe des Sédentaires	0,206* x Cos ((2π t / 16,1*) – 1,34*) + 100
Groupe des Sportifs	0,626* x Cos ((2π t / 24,1*) - 0,0538*) + 100

√ Calcul des valeurs temporelles réelles de l'acrophase :

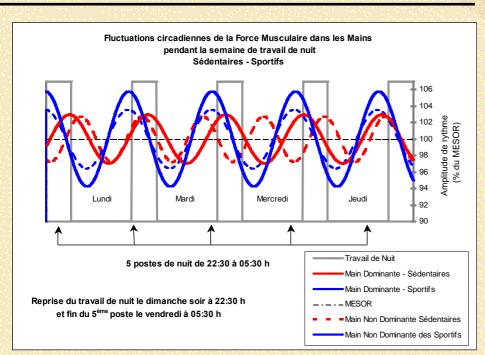


	Groupe Sédentaires (n=8) τ =16,1 h la semaine (travail de nuit) et τ =18,4 h le week-end (repos)	Groupe Sportifs (n=8) τ =24,1 h la semaine (travail de nuit) et τ =20,7 h le week-end (repos)
Lundi	03:36 h et 19:42 h	00:24 h
Mardi	11:48 h	00:30 h
Mercredi	03:54 h et 20:00 h	00:36 h
Jeudi	12:06 h	00:48 h
Vendredi	04:12 h	00:42 h
Samedi	03:54 h et 22:18 h	00:54 h et 21:24 h
Dimanche	16:42 h	17:54 h

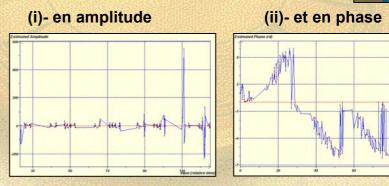
Résultats : Exemple du rythme de la force d'agrippement, mains dominante et non-dominante

√ Calcul des modéles en % par rapport au MESOR :

		Modèle du rythme de la Force d <mark>ans les</mark> Mains (%) du MESOR
Groupe des Sédentaires Main Non Dominante	Main Dominante	$2,96 \times \cos((2\pi t/21,9)-2,02)+100$
	$2,76 \times \cos((2\pi t/17,1) - 5,51) + 100$	
Groupe des Sportifs -	Main Dominante	$5,77 \times \cos((2\pi t/23,4) - 5,94) + 100$
	Main Non Dominante	3,57 x Cos ((2\pi t / 23,3) - 5,98) + 100

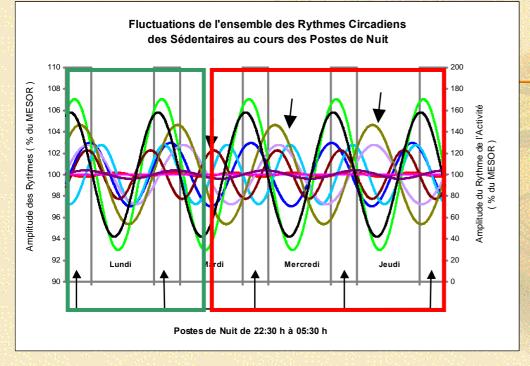


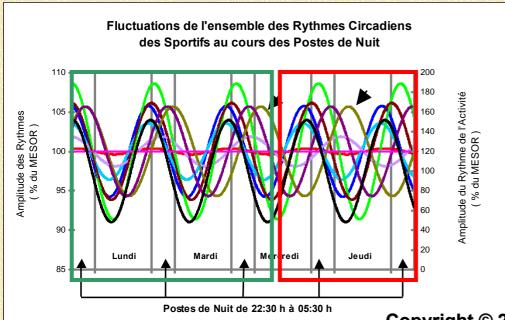
✓ Spectre de démodulation complexe :



✓ Modélisation et superposition des fluctuations

Copyright © 2004, Benoit Mauvieux et CRAPS STAPS de Caen





Synthèse

	Sédentaires	Sportifs
Activité	12,0 et 23,8 h	23,5 h
Température	16,1 h	24,1 h
Force Main Dominante	21,9 h	23,4 h
Force Main Non-Dominante	17,1 h	23,3 h
Tension Artérielle Moyenne	25,9 h	27,1 h
Puissance Anaérobie Alactique	23,7 h	24,7
Débit Expiratoire de Pointe	17,4 h	24,1 h
Attention Sélective	26,5 h	26,4 h
Tempo Moteur Spontané	24,4 h	24,6 h

Effets du vieillissement, rythmes biologiques et adaptation au travail de nuit

- ✓ Détérioration du rythme activité/repos avec retour vers une structure polyphasique du sommeil (Touchon, 1998),
- ✓ La vo_{2max} diminue d'environ 10% par décennie (Denis et al., 1994),
- ✓ Détérioration de la structure des rythmes biologiques (Minors et al., 1999) :
 - ✓ Diminution des amplitudes, notamment de la T°,
 - ✓ Moins grande stabilité des rythmes,
 - ✓ Avance de phase.
- ➤ Ce phénomène s'accentue lors du travail de nuit : les amplitudes des rythmes de T° tendent à disparaître (Härmä et *al.*, 1990 ; Reilly et *al.*, 1997) chez les personnes de 47 à 62 ans qui travaillent de nuit en comparaison aux plus jeunes de 18 à 29 ans.



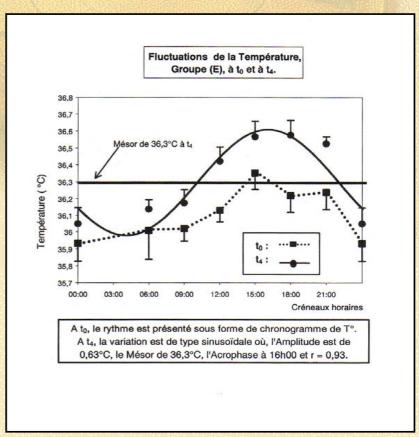
Influence de l'entraînement sportif aérobie sur le rythme circadien de la T° en condition diurne chez la personne vieillissante

مى

Nos précédent travaux* montrent :

✓ L'absence de fluctuation circadienne de la T° chez des personnes de 64,7 (± 5,2) ans avant un programme d'entraînement sportif (test d'amplitude nulle accepté),

✓ Un rythme plus marqué et une augmentation significative de l'amplitude de T° en rapport à une augmentation significative de 22 % de la VO₂ max suite à un programme d'entraînement de 4 mois.



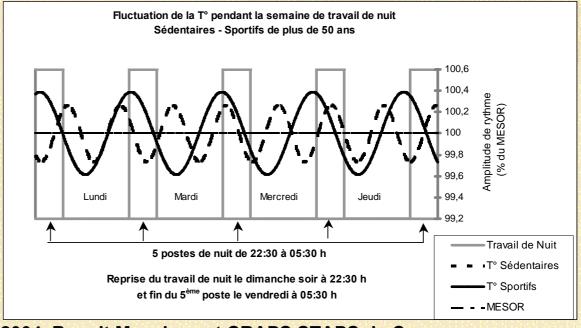
^{*:} Mauvieux B, Davenne D, Gruau S, Sesboué B, et Denise P. (2003). Physical training effect on the circadian rhythm of the temperature and the sleep-activity cycle in the elderly. Science & Sports. 18: 93-103.

Deuxième étude : Effets de l'entraînement chronique sur rythmes circadiens de techniciens de plus de 50 ans travaillant de nuit – Exemple du rythme de la T°

√ Recherche de période et Calcul des modéles en % par rapport au MESOR :

_	Modèle du rythme de la ™ (%) du MESOR
Sédentaires de plus de 50 ans	0,264* x Cos ((2πt / 13,5*) - 1,71*) + 100
Sportifs de plus de 50 ans	0,387* x Cos ((2πt/23,3*) - 0,08*) + 100

√ Modélisation et superposition des fluctuations



Troisième étude : Les effets de l'entraînement temporaire sur les rythmes circaidens du travailleur de nuit

Objectifs: Evaluer les effets d'un programme d'entraînement sportif extraprofessionnel de 12 semaines sur le rythme circadien de la T° chez des sujets à l'origine sédentaires et travaillant régulièrment en poste de nuit.

Population:

8 Techniciens : 1 femme et 7 hommes, âge [ans]: 41,5 ± 8,57; taille [cm] : 175 ± 10,3. 9, 7 ans ± 3,1 d'ancienneté en poste de nuit.

<u>Contenu de l'entraînement :</u> 3 séances par semaine, visant le développement des capacités aérobies en utilisant la course à pied, l'aqua-gym, l'aviron et des sports collectifs...

Tous ces techniciens travaillent au sein du groupe PSA Peugeot Citroen de Cormelles le Royal (Normandie, France), régulièrement la nuit :

5 nuits de 22:30 à 05:30, du dimanche soir au vendredi matin.

Résultats: Exemple sur le rythme de la T°

Paramètres avant l'entraînement :

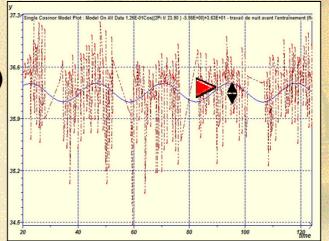
VO₂ (ml.min⁻¹.kg⁻¹): 43,86* ± 4,74 φ à 22:52* (-5,98rd ou -342d°)

Amplitude : 0,126°C*; τ: 23,9 h (ns) et un MESOR : 36,3°C (ns)

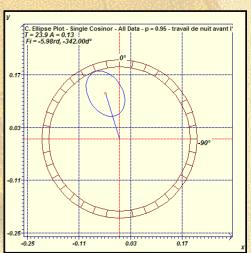
Modéle : 0,126Cos $((2\pi t/23,9)-5,98)+36,3$

* (p< 0.05): différence significative entre les situations pré- et postentraînement

Modélisation utilisant la méthodologie du Cosinor



Ellipse de confiance ou Polargramme



Paramètres aprés 12 semaines d'entraînement sportif :

 $\dot{V}O_2$ (ml.min⁻¹.kg⁻¹) : 48,37* ± 5,91

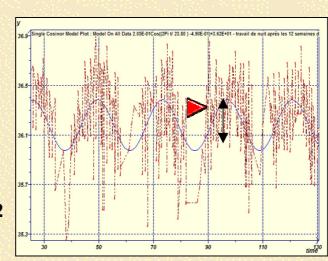
φà 01:52* (-0,49rd ou -128,1d°)

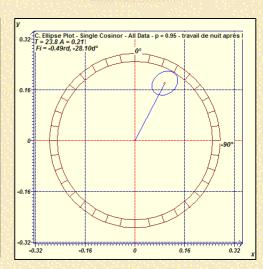
Amplitude : 0,22°C*; τ: 23,8 h (ns)

MESOR: 36.2°C (ns)

Modéle: 0,223Cos $((2\pi t/23,8)-0,49)+36,2$

NS (p> 0.05): différence non-significative entre les situations pré- et post- entraînement





Copyright © 2004, Benoit Mauvieux et CRAPS STAPS de Caen

Discussion

ميو

Sur les périodes des rythmes observés : Le sommeil de mauvaise qualité chez les sédentaires est compensé par une sieste importante avant les postes de nuit qui influence l'activité vers un rythme circasemidien.

Sur le niveau d'activité : Il n'y a pas de différence entre les niveaux d'activité des sédentaires et des sportifs pendant les périodes d'éveil lorsque les sportifs ne s'entraînent pas. L'effet masquant de l'activité sur la composante exogène des rythmes est identique pour les sédentaires et les sportifs.

Sur les amplitudes : Il semble que les sportifs conservent des amplitudes similaires aux fluctuations en conditions diurnes.

Conclusion



Dans notre étude, les sportifs présentent une meilleure capacité d'adaptation au travail de nuit que les sédentaires même après 50 ans :

- Amplitude conservées, périodes proches de 24 heures, sommeil de bonne qualité et structuré comme le sommeil normal, retard d'acrophase plus important, synchronisation de l'ensemble des rythmes étudiés.
- ☐ Il semble donc que l'entraînement soit un synchroniseur supplémentaire important dans ce contexte perturbé.
- ☐ 5 nuits consécutives de travail conduisent à un état de désynchronisation des rythmes entre-eux. L'activité physique semble ralentir cette désynchronisation.
- ☐ L'activité physique est un atout permettant de supporter le travail de nuit.



Effets de l'entraînement physique et sportif régulier, chronique ou temporaire, sur les rythmes biologiques du travailleur en poste régulier de nuit

Merci de votre attention

Benoit Mauvieux

Laboratoire de Recherches en Activités Physiques et Sportives CRAPS EA-2131 UFR STAPS de Caen Bd Maréchal Juin F-14032 Caen Cedex b.mauvieux@netcourrier.com