

**ACM 2005 Aussois Effets de l'entraînement physique et sportif sur le rythme circadien de la température et le rythme veille-sommeil chez la personne vieillissante. Exemples chez des retraités et des travailleurs de nuit.**

**Mauvieux B.<sup>1</sup>, Gouthière L.<sup>2</sup>, Sesboüé B.<sup>3</sup>, Denise P.<sup>4</sup> et Davenne D<sup>1</sup>.**

- 1- Laboratoire du Centre de Recherches en Activités Physiques et Sportives (CRAPS - UPRES EA2131) Université de Caen Basse-Normandie, UFR STAPS de Caen - 2, bld Maréchal-Juin, F-14032 Caen cedex, France. Contact : [b.mauvieux@netcourrier.com](mailto:b.mauvieux@netcourrier.com)
- 2- Laboratoire de Statistiques Appliquées et d'Informatique Biomédicale, Expert Soft Technologie - 7, Chemin de la Birotte, F-37320 Esvres, France, [www.euroestech.fr](http://www.euroestech.fr)
- 3- Institut Régional de Médecine du Sport (IRMS), Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Caen, F-14033 Caen cedex, France.
- 4- Laboratoire de Physiologie, Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Caen, F-14033 Caen cedex, France.

**Introduction :** L'amplitude des rythmes biologiques diminue avec l'âge, le contraste jour/nuit s'estompe, la veille est de moins bonne qualité, la qualité du sommeil nocturne diminue et le sommeil est le plus souvent polyphasique [1]. Cette dégradation s'accroît largement pour les personnes vieillissantes travaillant en poste de nuit [2]. La sédentarité, la diminution du niveau d'aptitude physique, la prise de médicaments hypnotiques et/ou stimulants, etc., peuvent expliquer ces phénomènes [3].

Par ailleurs, l'entraînement physique régulier chez le sujet jeune renforce la structure des rythmes circadiens [4] : les amplitudes sont plus contrastées, les rythmes plus robustes dans le cas de situations particulières (travail de nuit, jet-lag, privation de sommeil) et le sommeil est de meilleure qualité [5].

L'objectif de ces études est de mettre en évidence qu'un programme d'entraînement chez des personnes vieillissantes a des répercussions sur les rythmes circadiens de température (T°) et veille/sommeil. L'hypothèse de ce travail est basée sur le fait que l'entraînement physique peut être un synchroniseur important des rythmes biologiques.

**Etude 1 : Effets de l'entraînement physique et sportif sur le rythme circadien de la température et le rythme veille-sommeil chez des personnes vieillissantes retraitées.**

**Méthode :** 21 personnes âgées de 65 ± 5,2 ans, sportives et sédentaires ont participé à l'étude. L'expérimentation s'est déroulée sur une période de 4 mois pendant laquelle, deux options ont été proposées aux sujets :

1- Pour les sédentaires, de s'entraîner collectivement 3 fois 1 heure par semaine de gymnastique volontaire (« cardio-step ») à un coût énergétique d'environ 30 % de leur  $\dot{V}O_{2\max}$ .

2- Pour les autres sujets, sportifs à l'origine, soit d'arrêter ou de diminuer toute pratique physique volontaire pendant les 4 mois de la période hivernale.

Au début de l'expérimentation (T<sub>0</sub>) et 4 mois plus tard (T<sub>4</sub>), la  $\dot{V}O_{2\max}$ , le rythme circadien de la T° orale, le rythme activité/repos et la qualité du sommeil, ont été évalués.

**Résultats :** Trois groupes, P (Progressés, n=8), R (Régressés, n=6) et S (Stables, n=7) ont été constitués en fonction des évolutions de la  $\dot{V}O_{2\max}$ .

Groupes	Moyennes des $\dot{V}O_{2\max}$ à (T <sub>0</sub> )	Moyennes des $\dot{V}O_{2\max}$ à (T <sub>4</sub> )	Test de t-Student	Evolution de la $\dot{V}O_{2\max}$ .
Groupe (P), n=8	20,2 ± 5,9 ml/min/kg	24,7 ± 6,3 ml/min/kg	P < 0.001	↗ 22,37 %
Groupe (R), n=6	22,1 ± 7,0 ml/min/kg	22,5 ± 6,2 ml/min/kg	Non significatif	Pas de progression
Groupe (S), n=7	33,7 ± 9,2 ml/min/kg	26,2 ± 8,9 ml/min/kg	P < 0.001	↘ 19,9 %

**Tableau 1 :** Evolution en 4 mois du niveau d'aptitude physique ( $\dot{V}O_{2\max}$ ) en fonction des situations d'entraînement proposées aux 3 groupes.

En fonction des évolutions de la  $\dot{V}O_{2\text{ max.}}$ , le tableau 2 indique les modifications des amplitudes du rythme de T° et du rythme veille/sommeil et de la qualité du sommeil, entre (T<sub>0</sub>) et (T<sub>4</sub>) pour chacun des groupes :

Variables \ Groupe		Groupe (P)	Groupe (R)	Groupe (S)
$\dot{V}O_{2\text{ max.}}$		↑* + 22,4 %	(ns)	↓* - 19,9 %
Rythme de la T°	Amplitude	↑*	↓*	↓*
	Stabilité	↑*	↓*	↓*
Rythme de l'activité		(ns)	(ns)	(ns)
Qualité du sommeil		↑*	↓*	↓*
Test simulation de conduite		↑*	(ns)	↓*

**Tableau 2 :** Evolutions en 4 mois des amplitudes du rythme de T° et du rythme veille/sommeil, de la qualité du sommeil, entre (T<sub>0</sub>) et (T<sub>4</sub>) pour chacun des groupes en fonction du niveau d'aptitude physique ( $\dot{V}O_{2\text{ max.}}$ ) et des situations d'entraînement proposées aux 3 groupes. (↑\* : augmentation significative ; ↓\* : diminution significative à  $p < 0.05$ , ns : non-significatif à  $p > 0.05$ ).

**Discussion :** Pour les sujets sédentaires du Groupe (P) qui se sont entraînés, l'amplitude de T° est réduite de 20 à 30 % en période de pré-entraînement (T<sub>0</sub>) ce qui peut expliquer qu'aucun rythme de T° n'a été mis en évidence à (T<sub>0</sub>). Cette amplitude a augmenté de manière significative entre (T<sub>0</sub>) et (T<sub>4</sub>) sous l'effet de la pratique physique. Ces résultats corroborent aux travaux d'Atkinson et al., [4] qui notent des amplitudes plus grandes pour les personnes pratiquant une activité physique et à ceux de Mason, [6] qui montrent qu'il existe une corrélation positive entre la rythmicité circadienne de T° et le niveau de pratique. De plus l'augmentation du coefficient d'ajustement (R=0,93) à (T<sub>4</sub>) indique une plus grande robustesse dans la variation circadienne de T°, ce qui semble confirmer les travaux d'Atkinson et al., [4]. Cependant, il est intéressant de constater que les variations de l'activité entre (T<sub>0</sub>) et (T<sub>4</sub>) n'ont pas évoluées. L'augmentation de l'amplitude de T° n'est dans ce cas pas liée directement à l'activité (pas d'effets masquants) et l'évolution de la variation circadienne de T° serait due à des modifications de l'horloge interne (facteurs endogènes). Il faut noter la diminution des éveils nocturnes, une amélioration de la qualité du sommeil ainsi que l'amélioration significative des scores obtenus lors d'un test diurne (pendant 1h30 à 14:00) de simulation de conduite.

Pour le Groupe (S) qui a conservé son niveau  $\dot{V}O_{2\text{ max.}}$ , l'amplitude de T° qui était significative à (T<sub>0</sub>) ne l'est plus à (T<sub>4</sub>) et à ce même instant, la stabilité de ce rythme s'est dégradée. Les diminutions de l'amplitude et de la stabilité du rythme de T° à (T<sub>4</sub>) peuvent donc être attribuées au vieillissement de la personne et donc à la dégradation de la structure des rythmes de T°. On peut aussi penser que le niveau de forme physique est un paramètre plus stable et plus durable que le rythme circadien de T°. Enfin, pour le Groupe (R) qui ne s'est plus entraîné, l'amplitude de T° enregistrée à (T<sub>0</sub>) est inférieure à ce que note Shephard [7] pour des sujets qui pratiquent pourtant une activité physique. Ces résultats contraires aux données des principaux travaux, peuvent s'expliquer par le fait que le désentraînement ne correspond pas forcément à la période entre (T<sub>0</sub>) et (T<sub>4</sub>), les sujets à (T<sub>0</sub>) étaient déjà certainement en période de déconditionnement à cette période hivernale de l'année. Ainsi les résultats enregistrés à (T<sub>0</sub>) ne correspondent certainement pas à un état physiologique du potentiel maximum de la forme physique des sujets. On peut alors expliquer les résultats par le même phénomène produit pour le groupe (S), où une petite quantité d'entraînement qui suffit à entretenir et maintenir le niveau de  $\dot{V}O_{2\text{ max.}}$  ne suffit peut être pas à conserver la stabilité des fluctuations biologiques de T°. On note à (T<sub>4</sub>) une nette dégradation du niveau de forme physique et, stabilité du rythme et amplitude de la T° semblent être affectées par ce désentraînement, ce qui rejoint les travaux de Weitzman et al., [8].

**Conclusion de l'étude 1 :** Ce travail a permis de montrer qu'un programme d'entraînement en gymnastique volontaire pouvait nettement améliorer le niveau de la  $\dot{V}O_{2\text{ max.}}$  et qu'en parallèle, l'amplitude et la stabilité de la fluctuation circadienne de T°, la qualité du sommeil, les performances diurnes, augmentaient de façon significative.

**Etude 2 : Effets de l'entraînement physique et sportif sur le rythme circadien de la température et le rythme veille-sommeil chez des personnes de plus de 50 travaillant régulièrement en poste de nuit.**

**Méthode :** Afin d'appréhender les phénomènes de désynchronisation des rythmes dans le cas du travail de nuit, une méthodologie précise d'analyse [9] a été utilisée pour permettre de déterminer avec précision les périodes de ces rythmes en plus des acrophases, amplitudes et MESOR. Cette méthodologie permet aussi l'étude des paramètres individuels des rythmes circadiens.

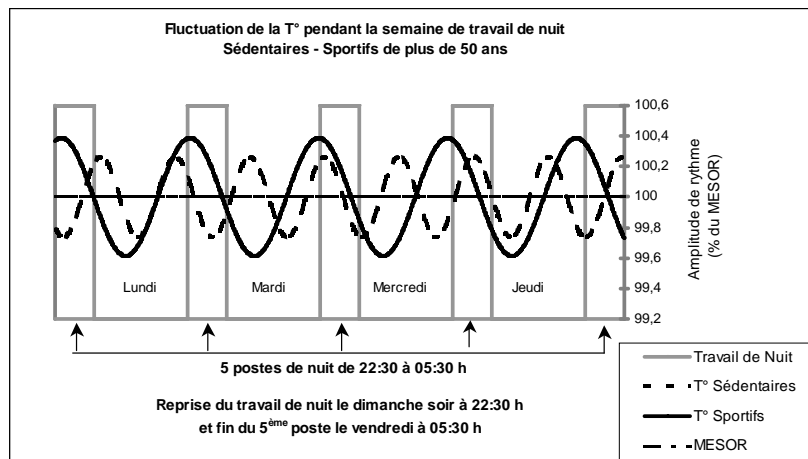
Le rythme de la T° ainsi que le rythme veille/sommeil et la qualité du sommeil ont été enregistrés pendant 1 semaine (5 postes de travail de nuit de 22:30 à 05:30 du dimanche soir au vendredi matin) chez 3 sujets sédentaires et 3 sujets sportifs (moyenne d'âge : 53 +/- 2,6 ans), travaillant de manière régulière en poste de nuit au sein du groupe PSA Peugeot Citroën de Cormelles le Royal en Normandie.

**Résultats :** Le Tableau 3 donne l'expression des modèles du rythme de la T° au cours de la semaine de travail de nuit :

Modèle du rythme de la T° (%) du MESOR	
Sédentaires de plus de 50 ans	$0,264 \dagger \times \text{Cos} ((2p t / 13,5\dagger) - 1,71\dagger) + 100$
Sportifs de plus de 50 ans	$0,387 \dagger \times \text{Cos} ((2p t / 23,3\dagger) - 0,08\dagger) + 100$

**Tableau 3 :** Modèles du rythme circadien de la T° orale, exprimés en % par rapport au MESOR pour le groupe des sédentaires et des sportifs de plus de 50 ans, lors de la semaine de travail en poste de nuit. On note des différences significatives ( $\dagger p < 0.05$ ) pour l'amplitude, la période et la phase entre ces deux groupes.

La modélisation du rythme de la T° (Figure 1), permet de mettre en évidence que ce rythme se désynchronise par rapport aux exigences du travail pour les sédentaires de plus de 50 ans. La période du rythme de la T° pour ce groupe est en effet de 13,5 heures (versus 23,3 heures pour les sportifs de plus de 50 ans). Les résultats de cette étude montrent que l'amplitude des sportifs de plus de 50 ans est significativement supérieure à celle des sédentaires (0,387% versus 0,264% du MESOR).



**Figure 1 :** Superpositions des fluctuations des rythmes de la T° orale des sédentaires et des sportifs de plus de 50 ans, au cours de 5 poste de travail de nuit.

**Discussion :** Les résultats de cette étude clinique montrent que l'entraînement sportif régulier maintient une rythmicité biologique harmonieuse pour des sujets de plus de 50 ans travaillant en poste de nuit. Les sujets sédentaires ont un rythme de la T° (période de 13,5 heures) qui se désynchronise du rythme veille/sommeil. De ce fait, les acrophases de T° interviennent à différentes heures de la journée au cours de la semaine et notamment au cours du sommeil. Des acrophases de

T° pendant la période de sommeil, peuvent expliquer sa mauvaise qualité. En effet, un sommeil sera de meilleure qualité s'il est pris sur la partie descendante du rythme de la T° [10], ce qui semble être le cas chez les sportifs. Cependant, l'état de désynchronisation observé chez les sédentaires tend à disparaître rapidement pendant le week-end sous l'influence des synchroniseurs environnementaux, familiaux et sociaux. Cette (re)synchronisation serait due à l'influence harmonieuse de ces synchroniseurs sur la programmation de l'horloge centrale.

### **Conclusion de l'étude 2 :**

Les rythmes de T° observés chez les sportifs présentent de plus larges amplitudes par rapport aux sédentaires et leurs périodes se situent autour de 24 heures. Ces résultats confirment ainsi la robustesse des rythmes circadiens observés auparavant chez les sportifs et montrent que ces généralités peuvent s'étendre au sportif travaillant la nuit, même après 50 ans. L'entraînement physique et sportif serait un donneur de temps pour l'horloge centrale ce qui permettrait de maintenir l'ensemble de la rythmicité biologique en phase. Les *Zeitgebers* qui influencent l'horloge centrale, proviendraient des facteurs sociaux de l'entraînement (regroupement collectif d'athlètes, horaires d'entraînement, alimentation programmée, style de vie, etc.) et d'une stimulation liée aux effets même des adaptations physiologiques de l'entraînement régulier (sécrétions hormonales accentuées, libérations de neuropeptides, etc.). De plus, cette étude montre que le sommeil est de meilleure qualité chez les sportifs de plus de 50 ans par rapport aux sédentaires de plus de 50 ans travaillant la nuit. Cette meilleure qualité du sommeil pourrait être étroitement liée avec la synchronisation du rythme de la T° chez les sportifs. En effet, l'acrophase de T° des sportifs est plus tardive durant la période nocturne de travail. Ainsi, alors que nos athlètes s'endorment sur une fluctuation descendante de T°, les sédentaires se couchent avec une fluctuation de T° qui remonte parfois dès le début de leur endormissement.

### **Conclusion**

Ces 2 études concluent qu'un programme d'entraînement physique permet de maintenir ou de rétablir une synchronisation entre les rythmes circadiens, des amplitudes élevées et une bonne qualité de sommeil.

L'exercice physique pourrait être un important agent entraînant ou synchroniseur pour l'horloge interne et les variations circadiennes des fonctions biologiques [11-13]. Ce phénomène a déjà été observé chez des hamsters, mais les effets sont-ils identiques pour l'homme ?

Il semblerait que l'activité physique et sportive, associée avec d'autres " *Zeitgebers* ", rende la structure des rythmes circadiens plus stable et affecterait le centre régulateur dans les noyaux suprachiasmatiques, via la voie géniculo-hypothalamique (GHT). Les effets de l'entraînement sportif (amélioration du transport d'O<sub>2</sub>, capillarisation, etc.) et ses corrélats hormonaux, pourraient avoir un effet sur le pacemaker des noyaux suprachiasmatiques via la voie géniculo-hypothalamique (GHT). La voie GHT contient en effet des neuropeptides Y (NPY), similaires à ceux induits par l'exercice, ce qui amplifierait et stabiliserait les variations circadiennes des fonctions biologiques.

### **Références**

- [1]- Vitiello, M.V., Schwartz, R.S., Davis, M.W. (1997). Sleep disorders and aging: understanding the causes. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 5(4):M189-191.
- [2]- Härmä, M.I., Hakola, T., Laitinen, J. (1992). Relation of age to circadian adjustment to night work. *Scand J Work Environ Health*, 18(Suppl 18):116-118.
- [3]- Benoit, O. (1988). Vieillesse et troubles du sommeil. *Concours Med*, 110:2923-2927.
- [4]- Atkinson, G., Coldwells, A., Reilly, T., Waterhouse, J. (1993). A comparison of circadian rhythms in work performance between physically active and inactive subjects. *Ergonomics*, 36, 273-281.
- [5]- Driver, H.S., & Taylor, S.R. (2000). Exercise and sleep. *Sleep Med Rev*, 4(4):387-402.
- [6]- Mason, D.J. (1988). Circadian rhythms of body temperature and activation and the well-being of older women. *Nurs Res, Sept-Oct*, 37(5), 276-281.
- [7]- Shephard, R.J. (1984). Sleep, biorhythms and human performance. *Sports Medicine*, 1, 11-37.
- [8]- Weitzman, ED., Moline, ML., Czeisler, CA., Zimmerman, JC. (1982). Chronobiology of aging : temperature, sleep-wake rhythms and entrainment. *Neurobiol aging, winter* ; 3(4), 299-309.
- [9]- Gouthière, L., Mauvieux, B., Davenne, D., & Waterhouse, J. (2005). Complementary Methodology in the Analysis of Rhythmic Data, Using Examples from a Complex Situation, the Rhythmicity of Temperature in Night Shift Workers. *Biological Rhythm Research*. (accepté le 28.09.2004, sous presse)

- [10]- Benoit, O., & Foret, J. (1988). Régulation circadienne des états de veille et de sommeil. *Neurophysiol Clin*, 18:403-431.
- [11]- Baehr, E.K., Fogg, L.F., & Eastman, C.I. (1999). Intermittent bright light and exercise to entrain human circadian rhythms to night work. *Am J Physiol*. 277(46): R1598-R1604.
- [12]- Beersma, D., and Hiddinga, A. (1998). No impact of physical activity on the period of the circadian pacemaker in humans. *Chronobiol. Int.* 15(1): 49-57.
- [13]- Redlin, U., and Mrosovsky, N. (1997). Exercise and human circadian rhythms: what we know and what we need to know. *Chronobiol. Int.* 14: 221-229.

*Résumé pour le congrès de l'Association de Chronobiologie Médicale, Centre Paul Langevin, Aussois, France du 10 au 13 Mars 2005. Copyright © CRAPS STAPS University of Caen, France.*

