

MAGGLINGER TRAINERTAGUNG 2017  
24 ET 25 OCTOBRE 2017

## L'IMPORTANCE DU SOMMEIL DANS LA PERFORMANCE ET LE SPORT D'ÉLITE

DANIEL ERLACHER  
UNIVERSITÄT BERN

*„Der Schlaf ist für den ganzen Menschen, was das Aufziehen für die Uhr.“*  
(Schopenhauer)

# Vue d'ensemble



## La recherche dans le domaine du sommeil

- Récupération
- Mémoire
- La peur des compétitions
- Décalage horaire
- Performance
- Santé

## La recherche dans le domaine du rêve

- Continuité
- Rêve lucide
- Humeur

# Übersicht

**Partie 1 Bases de la recherche sur le sommeil**  
**Partie 2 Sommeil et performance sportive**

## **La recherche dans le domaine du sommeil**

- Récupération
- Mémoire
- La peur des compétitions
- Décalage horaire
- Performance
- Santé

## **La recherche dans le domaine du rêve**

- Continuité
- Rêve lucide
- Humeur

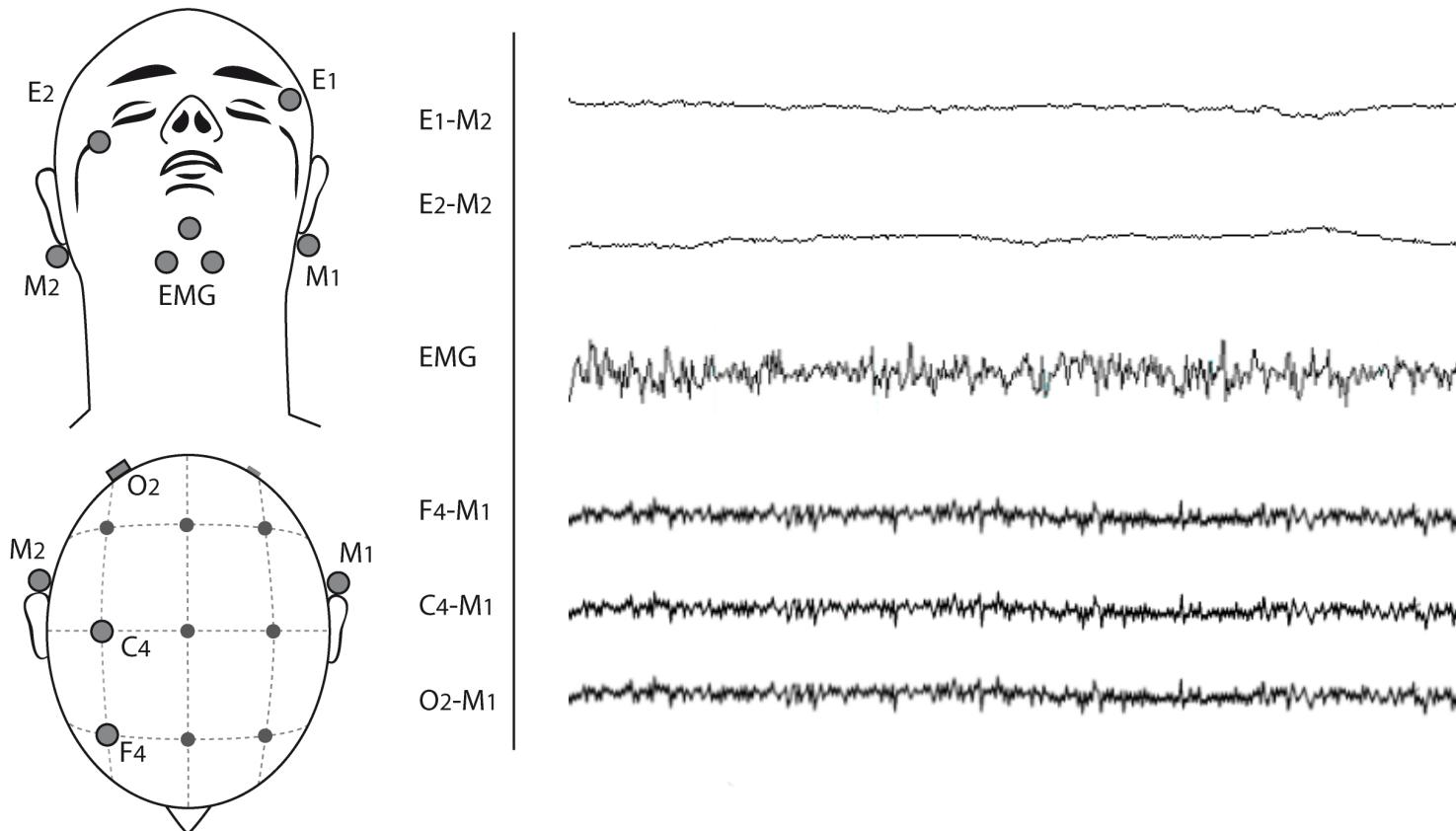
Partie 1

## **Bases de la recherche sur le sommeil**

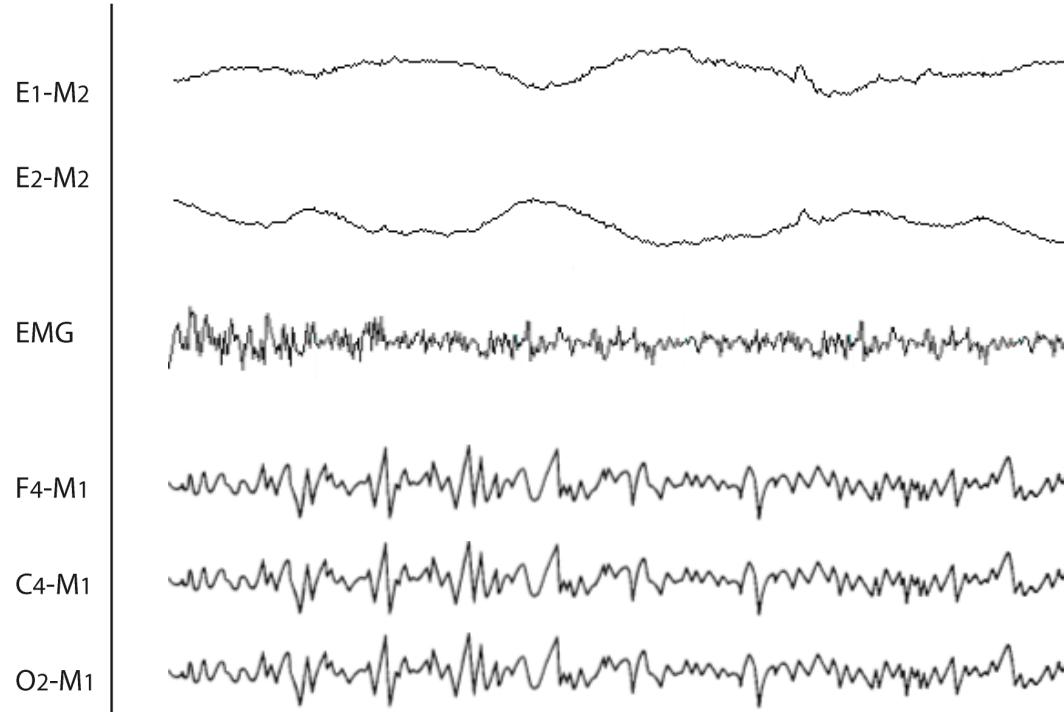
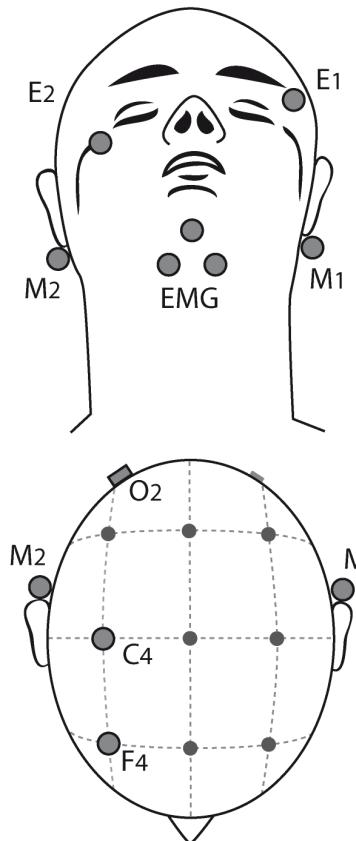
*Mesure du sommeil, sommeil dans la durée de vie, troubles du sommeil, privation de sommeil, fonctions du sommeil*

# Im Schlaflabor

# Stade W (éveillé, calme)

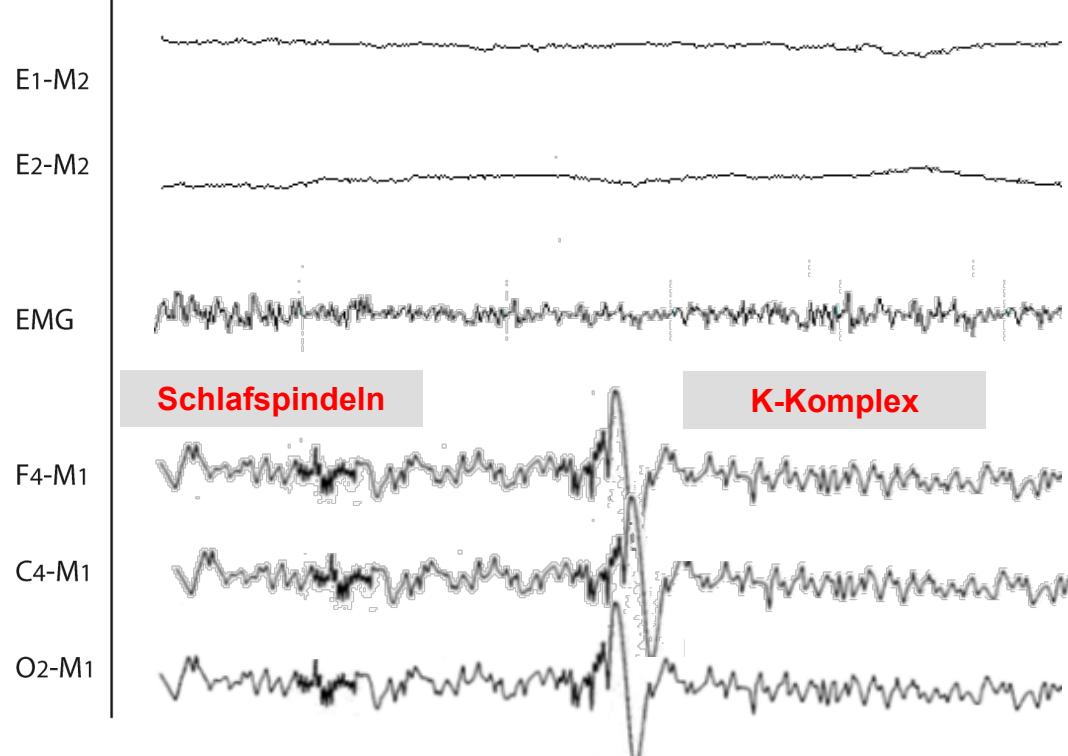
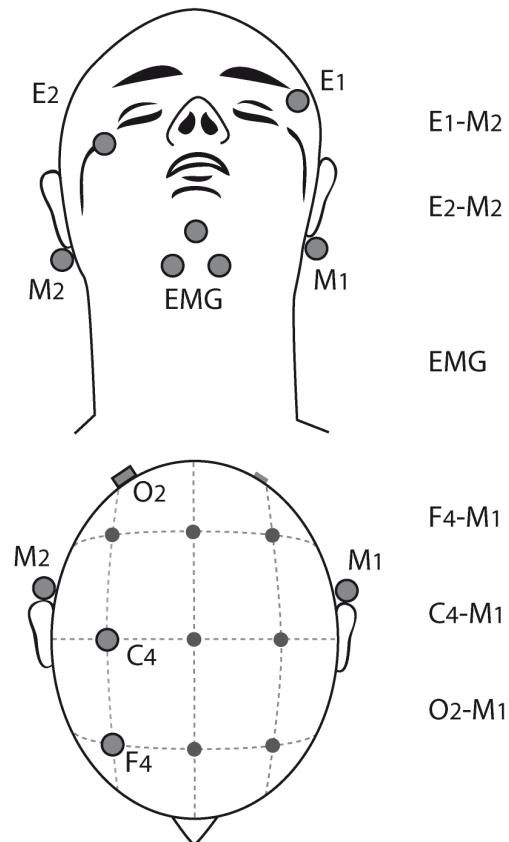


# Stade de sommeil N1 (endormi)



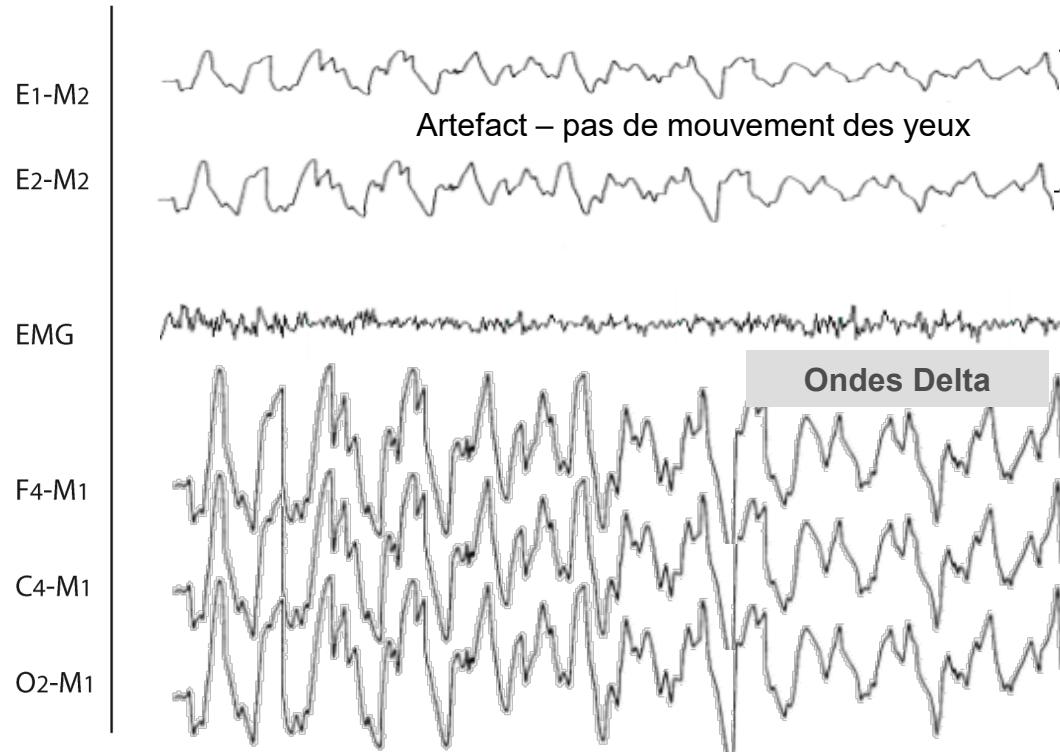
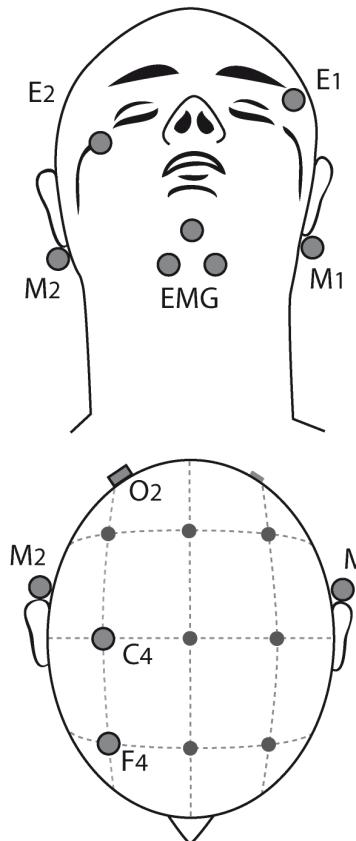
- Mouvements lents des yeux
- Tonus musculaire déclinant
- Alpha-Dropout

# Stade de sommeil N2: sommeil stable



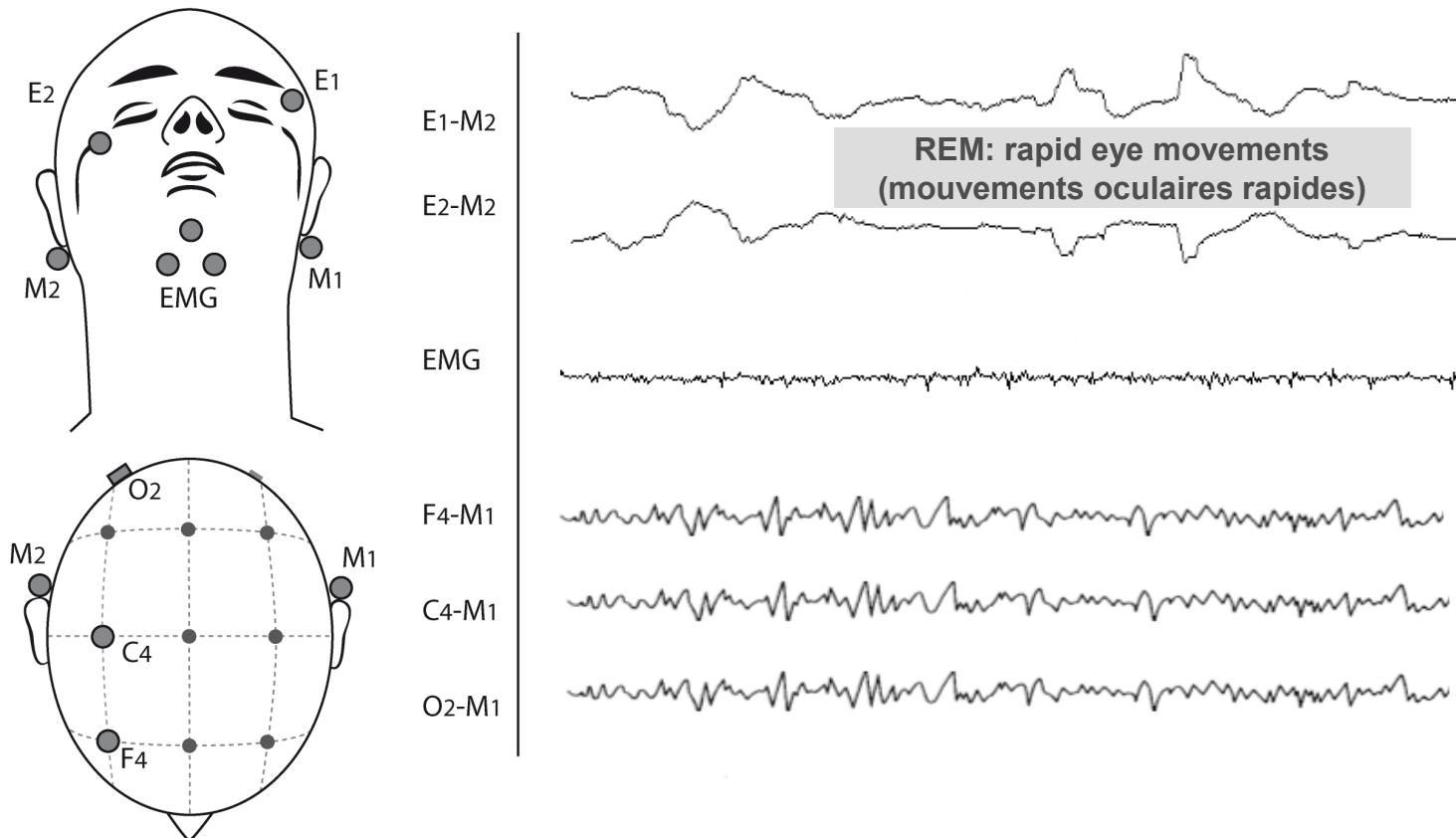
- Début du sommeil
- Schlafspindeln
- K-Komplex
- Sommeil stable

# Stade de sommeil N3: Sommeil profond



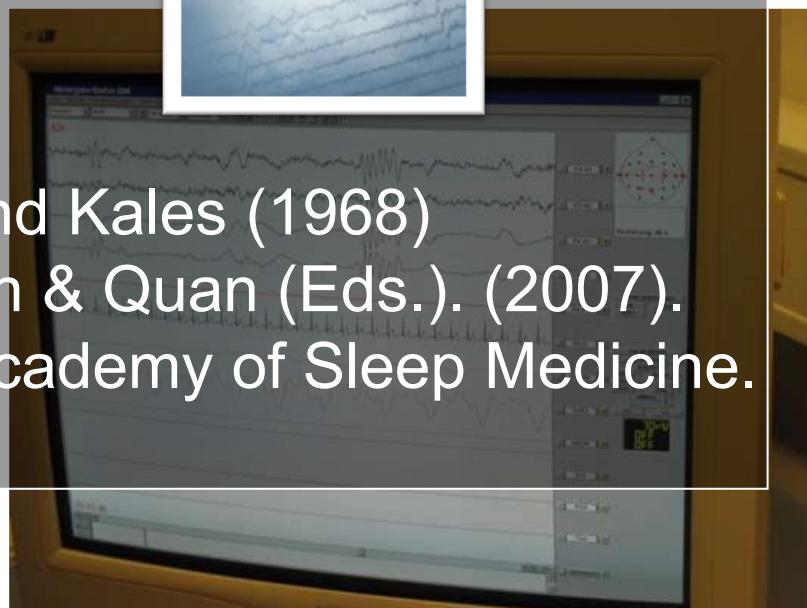
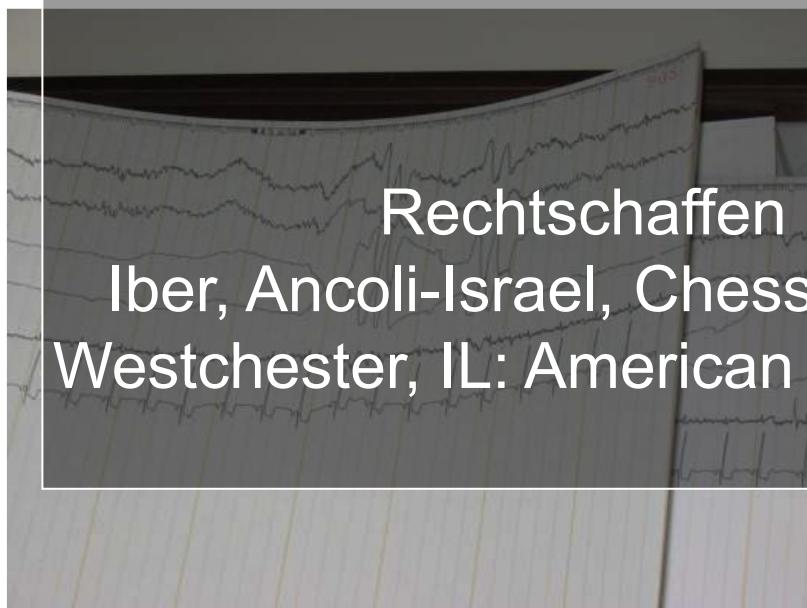
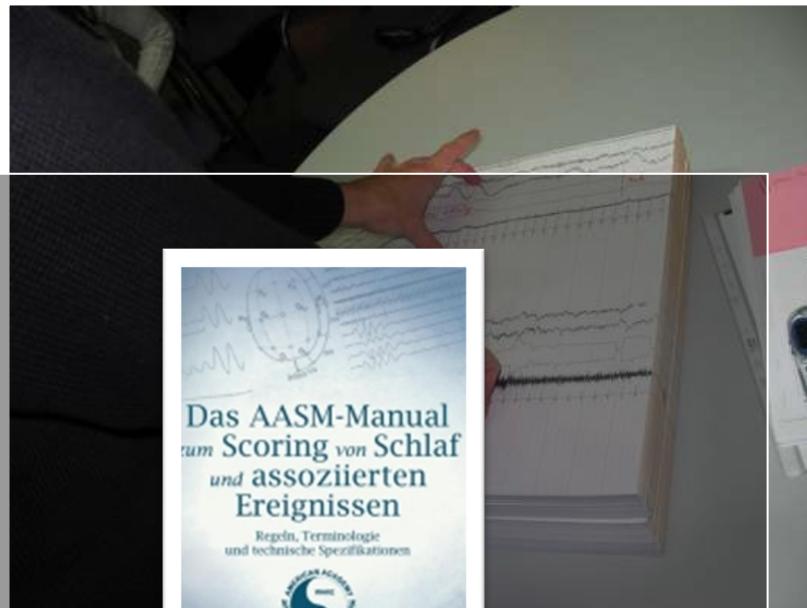
- Sommeil Delta
- Fréquences EEG lentes
- Principalement la 1ère moitié de la nuit

# Stade de sommeil R: «Sommeil paradoxal»



- Rêves
- Sommeil paradoxal
- Atonie musculaire
- Principalement la 2ème moitié de la nuit

# Stades du sommeil déterminent...



Rechtschaffen and Kales (1968)  
Iber, Ancoli-Israel, Chesson & Quan (Eds.). (2007).  
Westchester, IL: American Academy of Sleep Medicine.

# Profil de sommeil

## Part de sommeil

- W 5-10%
  - N1 5-10%
  - N2 env. 50%
  - N3 env. 20%
  - R 20-25%
- 
- Courtes périodes d'éveil 15-25 fois
  - Temps de sommeil 15-30 minutes

# „Réel“ Profil de sommeil

## Part de sommeil

- W 5-10%
  - N1 5-10%
  - N2 env. 50%
  - N3 env. 20%
  - R 20-25%
- 
- Courtes périodes d'éveil 15-25 fois
  - Temps de sommeil 15-30 minutes

# **Changements de sommeil liés à l'âge**

## **Mesures supplémentaires pour le diagnostic du sommeil (environ 80 troubles du sommeil)**

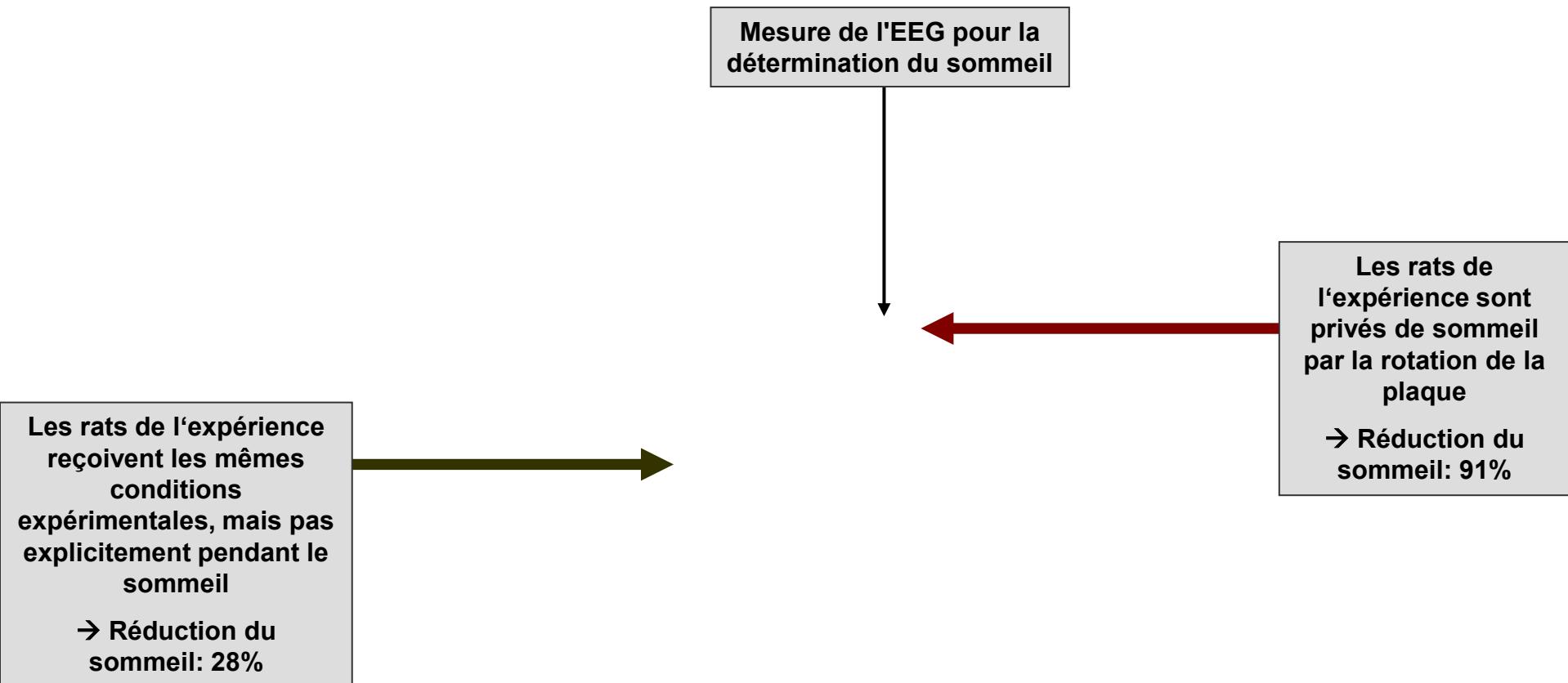
- a) Le sommeil est un processus actif (récurrent de manière cyclique) qui peut être divisé en différentes phases.**
- b) Le sommeil change au cours de la vie et peut être perturbé.**

# Privation de sommeil chez le rat

„Sleep deprivation is a potentially useful strategy for studying the function of sleep“ (Rechtschaffen & Bergmann, 1995)

- Privation complète de sommeil (total sleep deprivation TSD),
- Privation partielle du sommeil (par exemple : paradoxical sleep deprivation PSD)

# Privation de sommeil chez le rat par la méthode «disque sur eau»



# Résultats

- En cas de privation complète de sommeil (TSD), tous les animaux sont morts après 2-3 semaines.
  - Lors du retrait du sommeil paradoxal (PSD), tous les animaux sont morts après 4-6 semaines.
  - Les rats TSD et PSD ont perdu du poids de manière extrême malgré une prise alimentaire accrue (maigres, affaiblis).
  - Plaies purulentes sur la peau, sur les pattes et la queue. Les rats TSD ont d'abord montré une augmentation puis une diminution de la température corporelle.
- Le sommeil est nécessaire pour les rats!
- Augmentation de la demande d'énergie et changement de la température du corps étaient les principaux effets de l'écart-type.

# Fonction du sommeil

- Hypothèse de restauration
- Fonction de récupération
- Bilan énergétique
- Régulation de la température

# Randy Gardner

## Record de „Rester éveillé“

« À six heures du matin, Randy s'est couché après 264 heures d'insomnie. A huit heures quarante du soir, il se réveilla après quatorze heures et quarante minutes de sommeil. Il a pris une douche et s'est habillé, suivi d'interviews et de rendez-vous photos. À minuit, il était éveillé et a décidé de rester debout et d'aller à l'école le matin suivant... » (Dement & Vaughan, 2000, S. 230).

« Cependant, les effets de cette longue période d'insomnie n'étaient pas tout à fait inoffensifs. Les capacités de Randy - la pensée analytique, la mémoire, la perception, la motivation et le contrôle du mouvement - ont été affectés à divers degrés.

«Mon attente d'obtenir des indications sur la fonction vitale du sommeil, de quelqu'un qui ne dort pas ou ne dort pas pendant une ou deux semaines, a été déçu. »

# Fonction du sommeil

- Hypothèse de restauration
- Fonction de récupération
- Bilan énergétique
- Régulation de la température
- Hypothèse de consolidation
- Régulation des émotions
- Régulation de la motivation
- Et encore bien d'autres...



## Introduction

Sleep remains a scientific enigma. It is the last major physiological process for which there is a lack of consensus concerning its function. While asleep one does not eat, drink, or reproduce and one is vulnerable to predation due to reduced responsiveness to environmental stimuli. Whatever function(s) sleep may serve, it would seem that it must provide an evolutionary advantage above and beyond these seemingly negative selective pressures for sleep. Sleep may serve many functions although its evolutionary origins were likely driven by a primordial function and additional opportunistic functions were added later in evolution [1]. By analogy to the refinement of ideas and innovative experimental approaches are needed to clarify the sleep-connectivity relationship.

- c) Des études sur la privation de sommeil tentent de révéler la fonction du sommeil.
- d) De nombreux processus biologiques sont perturbés par la privation de sommeil.
- e) La fonction du sommeil reste énigmatique.

Partie 2

## **Sommeil et performance sportive**

*Le sommeil dans des situations extrêmes, le sommeil des athlètes, actigraphie, le sommeil avant et pendant les compétitions*

Exemple

## Race across America (RAAM)

- 4'880 kilomètres
- 50'000 mètres de dénivelé
- une fois à travers les États-Unis
- 57 points de contrôle
- Limite de temps de 12 jours  
(correspond à une vitesse moyenne de 17 km/h)

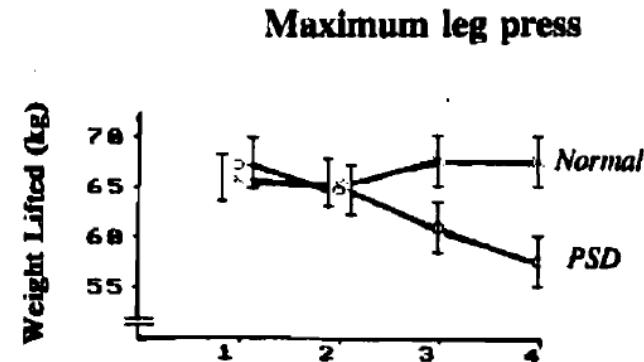
Exemple

## Race across America (RAAM 2014)

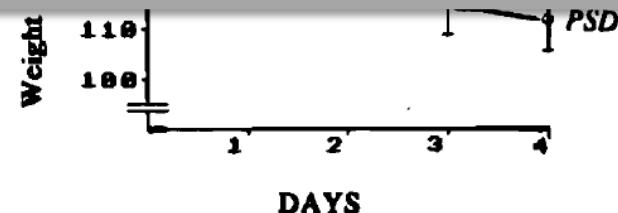
« **Christoph Strasser** a eu besoin de **sept jours, 15 heures et 56 minutes** pour la Race Across America. Il a dormi **5,5 heures** et a roulé à une vitesse moyenne de près de 27 km/h, y compris toutes les pauses (douze heures au total quand il n'était pas assis sur la selle). »

# Effet de la restriction du sommeil sur les facteurs conditionnels

- Durant trois nuits seulement 3h de sommeil (restriction de sommeil)
- Contrôle des perturbations circadiennes
- N = 8 participants avec entraînement de musculation
- Différents tests de force sur quatre jours

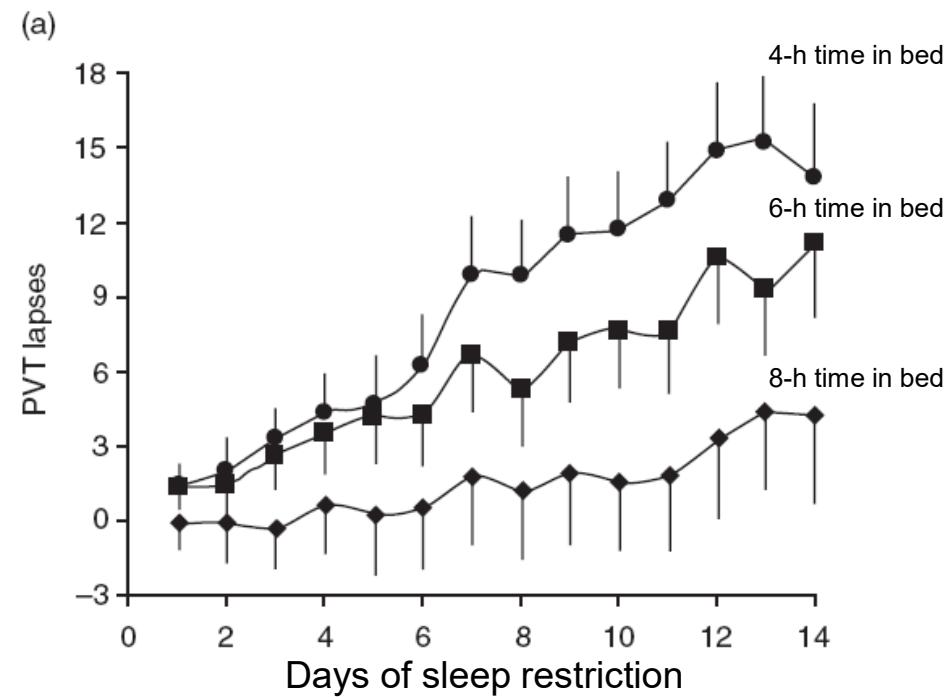


Cependant: la privation de sommeil à court terme (24h) a généralement **des effets mineurs** sur **les facteurs conditionnels** (p. Ex. Souissi, Sesboue et al., 2003)



# Effets de la restriction du sommeil sur la vigilance psychomotrice

- N = 35 participants
- 3 groupes, pendant 14 jours:
  - 8 heures de sommeil (N = 9)
  - 6 heures de sommeil (N = 13)
  - 4 heures de sommeil (N = 13)
- Test de vigilance psychomotrice toutes les 2 heures (10 minutes, PVT lapse = temps de réaction > 500 ms)
- Contrôle des perturbations circadiennes et autres



Exemple

## Race across America (RAAM 2015)

DNF: « En raison de la **fatigue extrême**, je suis souvent entré dans des phases, où je devais me battre avec des **secondes de sommeil** et où je suivais toutes les astuces possibles afin de rester éveillé. Dans les descentes, j'étais dans certaines phases **très peu concentré**. Je ne pouvais pas me débarrasser de cette fatigue, même lors d'encouragements de l'équipe, en me parlant, sans même parler de la caféine. En plus, il y avait aussi de la malchance: le campingcar a eu une crevaison près du TS Alamosa dans les montagnes. Nous avons donc dû faire une pause dans les hauteurs (un peu plus de 2000m), car **les descentes dans un état d'épuisement auraient été trop dangereuses** et nous ne voulions pas risquer une chute. »

# Carnet et livre de sommeil

Roman Görtelmeyer

**SF-A/R und SF-B/R**  
Schlaffragebogen A und B

Revidierte Fassung

MANUAL

GÖTTINGEN-BERN-WIEN-PARIS-OXFORD-MIAMI-TORONTO-CAMBRIDGE-MA-AMSTERDAM-KOPENHAGEN-STOCKHOLM

HOGREFE

Name, Vorname					ABEND-MORGENPROTOKOLLE über 6 Nächte vom _____ bis _____					
ABENDPROTOKOLL (vor dem Lichtloschen)					MORGENPROTOKOLL (nach dem Aufstehen)					
W O C H E N T A G	Haben Sie heute begüter geschlafen?	Wann sind Sie heute Abend zu Bett gegangen?	Wann werden Sie das Licht löschen mit der Absicht zu schlafen?	Wann wollen Sie morgen aufstehen?	Wann haben Sie heute die Sonnenuhr länger als eine halbe Stunde abgelaufen (z.B. Trainings)	Wie erschöpft war Ihr Schlaf?	Wie lange hat es nach dem Licht löschen gedauert bis Sie einschliefen?	Waren Sie nachts wach?	Wann sind Sie heute Morgen endgültig aufgewacht? (nicht nochmal einschlafen)	Wann sind Sie heute Morgen aufgestanden? (Bett verlassen)
Beispiel Mo	Beispiel 20Min., 14:30-14:50	Beispiel 22:30	Beispiel 22:40, Ja	Beispiel 7:00	Beispiel 18:00, 1h	1 = sehr 2 = ziemlich 3 = mittelmäßig 4 = kaum 5 = gar nicht	Minuten!	Wie oft? Wie lange insgesamt? Minuten!	Uhrzeit! Uhr gedrückt?	Uhrzeit! Uhr gedrückt?
Mo.										
Di.										
Mi.										
Do.										
Fr.										
Sa.										
So.										
Mo.										
Di.										
Mi.										
Do.										
Fr.										
Sa.										
So.										

- Indice de qualité du sommeil de Pittsburgh, questionnaire d'activité du matin et du soir, échelle de somnolence de Epworth...

# Actigraphie

ORIGINAL ARTICLE

# 1

## Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports

MICHELE LASTELLA<sup>1</sup>, GREGORY D. ROACH<sup>1</sup>, SHONA L. HALSON<sup>2</sup>, & CHARLI SARGENT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Appleton Institute for Behavioural Science, Central Queensland University, Adelaide, Australia; <sup>2</sup>Department of Physiology, Australian Institute of Sport, Belconnen, Australia

Chronobiology International, Early Online: 1-9, (2014)  
© Informa Healthcare USA, Inc.  
ISSN: 0742-0528 print / 1525-6073 online  
DOI: 10.3109/07420528.2014.957506

ORIGINAL ARTICLE

# 3

## Sleep or swim? Early-morning training severely restricts the amount of sleep obtained by elite swimmers

CHARLI SARGENT<sup>1</sup>, SHONA HALSON<sup>2</sup>, & GREGORY DANIEL ROACH<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Appleton Institute, Central Queensland University, Adelaide, SA, Australia, and <sup>2</sup>Australian Institute of Sport, Canberra, ACT, Australia

**Abstract**

Good sleep is essential for optimal performance, yet few studies have examined the sleep/wake behaviour of elite athletes. The aim of this study was to assess the impact of early-morning training on the amount of sleep obtained by world-class swimmers. A squad of seven swimmers from the Australian Institute of Sport participated in this study during 14 days of high-intensity training in preparation for the 2008 Olympic Games. During these 14 days, participants had 12 training days, each starting with a session at 06:00 h, and 2 rest days. For each day, the amount of sleep obtained by participants was determined using self-report sleep diaries and wrist-worn activity monitors. On nights that preceded training days, participants went to bed at 22:05 h ( $s = 00:52$ ), arose at 05:48 h ( $s = 00:24$ ) and obtained 5.4 h ( $s = 1.3$ ) of sleep. On nights that preceded rest days, participants went to bed at 00:32 h ( $s = 01:29$ ), arose at 09:47 h ( $s = 01:47$ ) and obtained 7.1 h ( $s = 1.2$ ) of sleep. Mixed model analyses revealed that on nights prior to training days, bedtimes and get-up times were significantly earlier ( $p < 0.001$ ), time spent in bed was significantly shorter ( $p < 0.001$ ) and the amount of sleep obtained was significantly less ( $p < 0.001$ ), than on nights prior to rest days. These results indicate that early-morning training sessions severely restrict the amount of sleep obtained by elite athletes. Given that chronic sleep restriction of <6 h per night can impair psychological and physiological functioning, it is possible that early-morning schedules actually limit the effectiveness of training.

**Keywords:** Swimming, sleep restriction, elite athletes, wrist activity monitor, training schedules

**Introduction**

In order to function effectively, it is essential that humans obtain a sufficient amount of sleep. When sleep is restricted to <6 h per day, there is substantial disturbance in cognitive capacity (Axelsson et al., 2008; Belenky et al., 2003), glucose metabolism (Spiegel, Leproult, & van Cauter, 1999), appetite regulation (Spiegel, Tasali, Penev, & van Cauter, 2004) and immune function (Vgontzas et al., 2004). While there are considerable data available related to the amount of sleep obtained by adults in the general population, there are few published data related to the amount of sleep obtained by elite athletes. This appears to be a considerable oversight given that sleep has been recognised as an essential component of recovery from, and preparation for, high-intensity training (Edwards, 2007; Robson-Ansley, Gleeson, & Ansley, 2009; Samuels, 2008). The few studies that have examined the relationships between training schedules and sleep patterns in elite athletes have focused on the effects of a bout of exercise on the quantity and quality of sleep obtained on a single night (e.g. Driver et al., 1994; Netter, Kristo, Steine, Lehmann, & Strohl, 2001; Taylor, Rogers, & Driver, 1997). In contrast, the aim of this study was to examine the amount of sleep obtained by elite swimmers, on training days and rest days, during a 14-day period of high-intensity training.

**Methods**

*Participants*

Seven nationally competitive swimmers (one female

ORIGINAL ARTICLE

# 2

## The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes

Charli Sargent<sup>1</sup>, Michele Lastella<sup>1</sup>, Shona L. Halson<sup>2</sup>, and Gregory D. Roach<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Appleton Institute for Behavioural Research, Central Queensland University, Adelaide, South Australia, Australia and <sup>2</sup>Department of Physiology, Australian Institute of Sport, Canberra, Australia

In any sport, successful performance requires a planned approach to training and recovery. While sleep is recognized

European Journal of Sport Science, 2015  
http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2015.1041062

ORIGINAL ARTICLE

# 4

## Sleep monitoring of a six-day microcycle in strength and high-intensity training

SARAH KÖLLING<sup>1</sup>, THIMO WIEWELHOVE<sup>1</sup>, CHRISTIAN RAEDER<sup>1</sup>, STEFAN ENDLER<sup>2</sup>, ALEXANDER FERRAUTI<sup>1</sup>, TIM MEYER<sup>3</sup>, & MICHAEL KELLMANN<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Sport Science, Ruhr-University Bochum, Bochum, Germany, <sup>2</sup>Institute of Sport Science, Johannes Gutenberg University of Mainz, Mainz, Germany, <sup>3</sup>Institute of Sports and Preventive Medicine, University of Saarland, Saarbrücken, Germany, <sup>4</sup>Schools of Human Movement Studies and Psychology, The University of Queensland, Brisbane, Australia

**Abstract**

This study examined the effect of microcycles in eccentric strength and high-intensity interval training (HIT) on sleep parameters and subjective ratings. Forty-two well-trained athletes (mean age  $23.6 \pm 2.4$  years) were either assigned to the strength ( $n = 21$ ; mean age  $23.6 \pm 2.1$  years) or HIT ( $n = 21$ ; mean age  $22.8 \pm 2.6$  years) protocol. Sleep monitoring was conducted with multi-sensor actigraphy (SenseWear Armband™, Bodymedia, Pittsburgh, PA, USA) and sleep log for 14 days. After a five-day baseline phase, participants completed either eccentric strength or high-intensity interval training for six days, with two training sessions per day. This training phase was divided into two halves (part 1 and 2) for statistical analyses. A three-day post phase concluded the monitoring. The Recovery-Stress Questionnaire for Athletes was applied at baseline, end of part 2, and the last post-day. Mood ratings were decreased during training, but returned to baseline values afterwards in both groups. Sleep parameters in the strength group remained constant over the entire process. The HIT group showed trends of unfavourable sleep during the training phase (e.g., objective sleep efficiency at part 2: mean =  $83.6 \pm 7.8\%$ ,  $F_{3,60} = 2.57$ ,  $P = 0.06$ ,  $\eta^2 = 0.114$ ) and subjective improvements during the post phase for awakenings ( $F_{3,60} = 2.96$ ,  $P = 0.04$ ,  $\eta^2 = 0.129$ ) and restfulness of sleep ( $F_{3,60} = 9.21$ ,  $P < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.315$ ). Thus, the HIT protocol seems to increase higher recovery demands than strength training, and sufficient sleep time should be emphasised and monitored.

**Keywords:** Recovery, fatigue, training, endurance, strength

**Introduction**

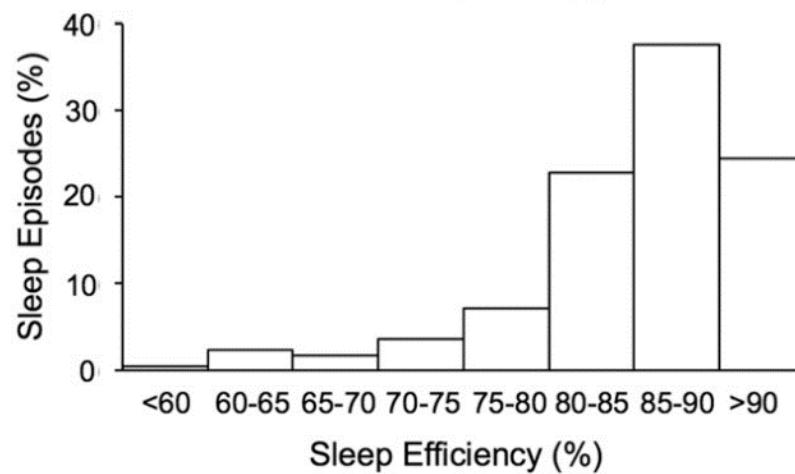
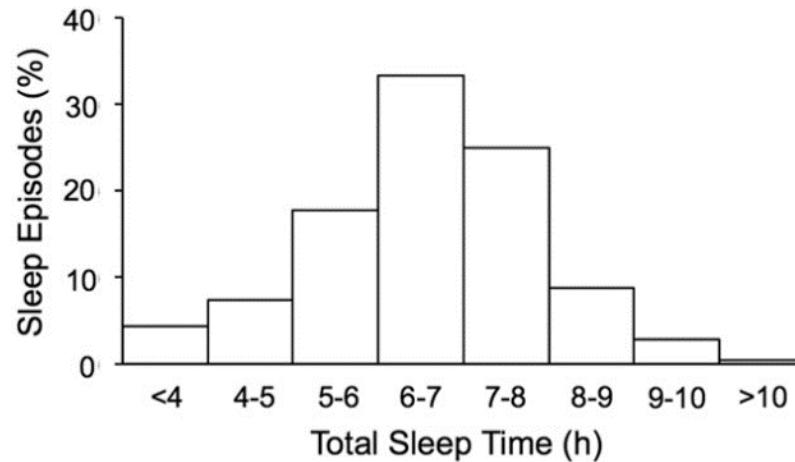
In terms of enhancing recovery and managing fatigue, sleep is attributed the most important role (Hausswirth et al., 2014; Reilly & Edwards, 2007). Elite athletes reported sleep as one of the main means of recovery (Venter, 2014), and anecdotally, appropriate sleep quality and quantity are regarded as the single best recovery strategy available (Halson, 2008). Furthermore, there is the assumption of a crucial relationship between physiological recovery during the sleep state and athletes' ability to train at maximum capacity with optimal results (Samuels, 2008). For instance, regarding exercise or injury-induced damage, an essential role of sleep is emphasised for the process of muscle recovery which might be impaired by sleep restriction (Dattilo et al., 2011).

However, requirements for sleep might be influ-

intensity, timetable, travel, psychological stress of training and combining training with life activities (Leeder, Glaister, Pizzoferrato, Dawson, & Pedlar, 2012; Richmond, Dawson, Hillman, & Eastwood, 2004; Sargent, Halson, & Roach, 2014; Sargent, Lastella, Halson, & Roach, 2014). In response to increasing training stimuli, Taylor, Rogers, and Driver (1997) have shown a certain sensibility of sleep parameters among female swimmers evaluating sleep at the start of season, peak training and pre-competition taper. According to polysomnographic measures, numbers of movements and slow-wave sleep were increased at onset and peak training. Moreover, Hausswirth et al. (2014) have recently demonstrated that a three-week overload training period in triathletes exerted a negative effect on sleep parameters in those subjects who presented signs of functional over-

# The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes

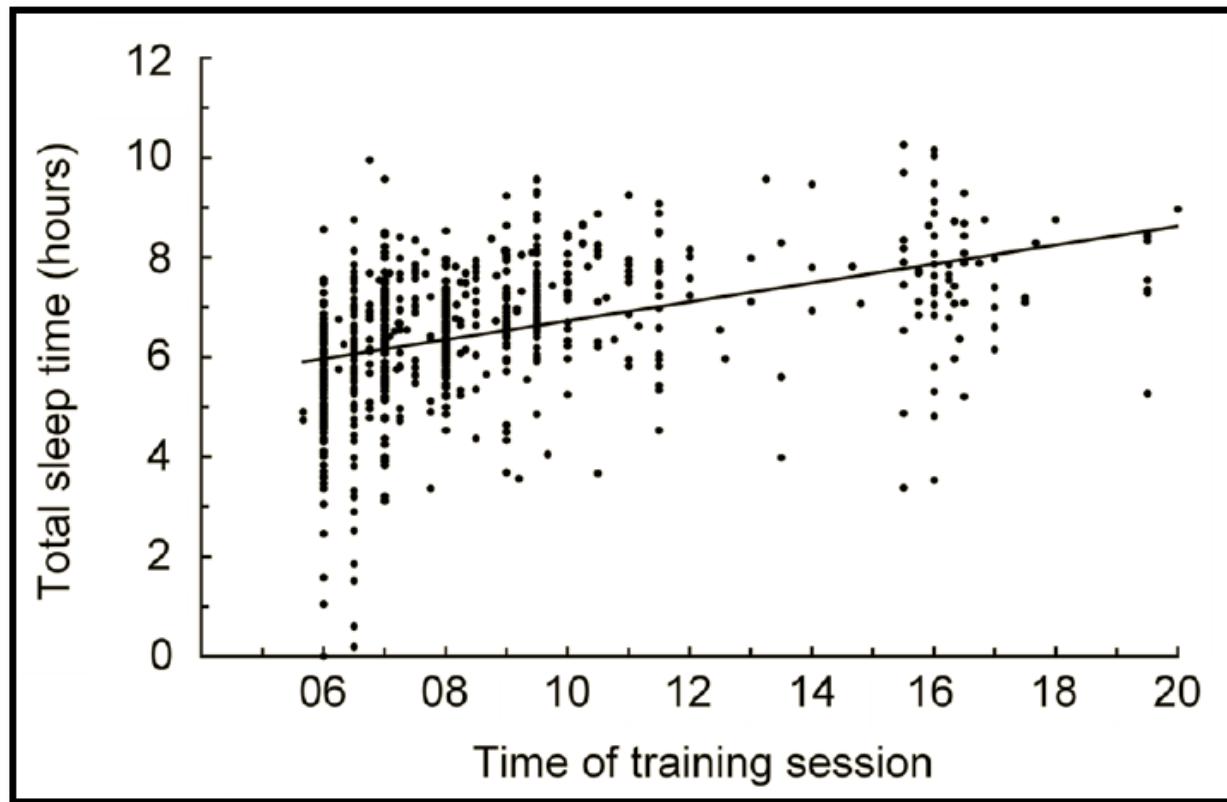
Charli Sargent<sup>1</sup>, Michele Lastella<sup>1</sup>, Shona L. Halson<sup>2</sup>, and Gregory D. Roach<sup>1</sup>



$n = 70$   
(46 male; with  
about 14 nights;  
different sports)

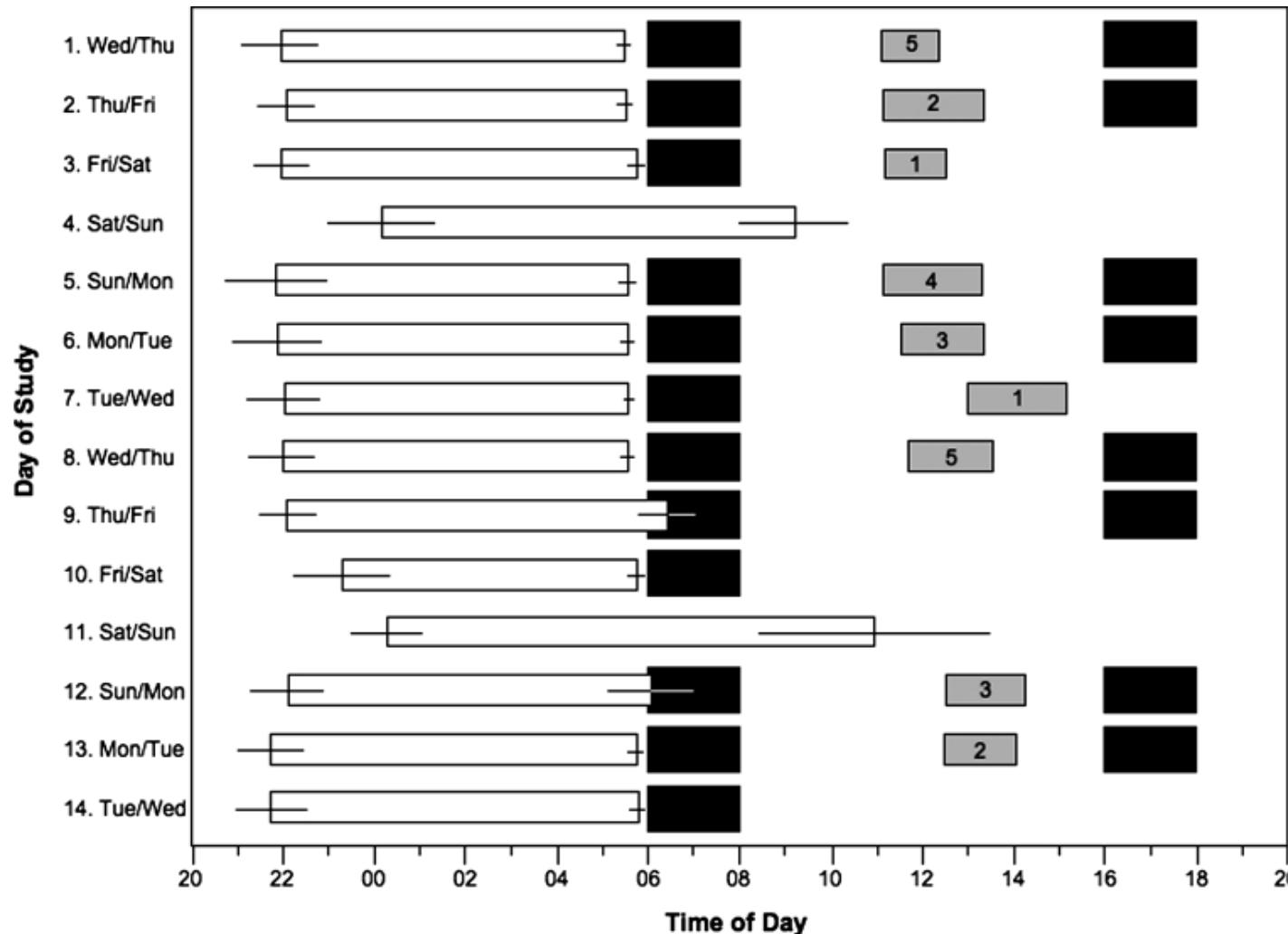
# The impact of training schedules on the sleep and fatigue of elite athletes

Charli Sargent<sup>1</sup>, Michele Lastella<sup>1</sup>, Shona L. Halson<sup>2</sup>, and Gregory D. Roach<sup>1</sup>



## Sleep or swim? Early-morning training severely restricts the amount of sleep obtained by elite swimmers

CHARLI SARGENT<sup>1</sup>, SHONA HALSON<sup>2</sup>, & GREGORY DANIEL ROACH<sup>1</sup>



$n = 7$   
(6 male; with  
14 nights)

## Sleep or swim? Early-morning training severely restricts the amount of sleep obtained by elite swimmers

CHARLI SARGENT<sup>1</sup>, SHONA HALSON<sup>2</sup>, & GREGORY DANIEL ROACH<sup>1</sup>

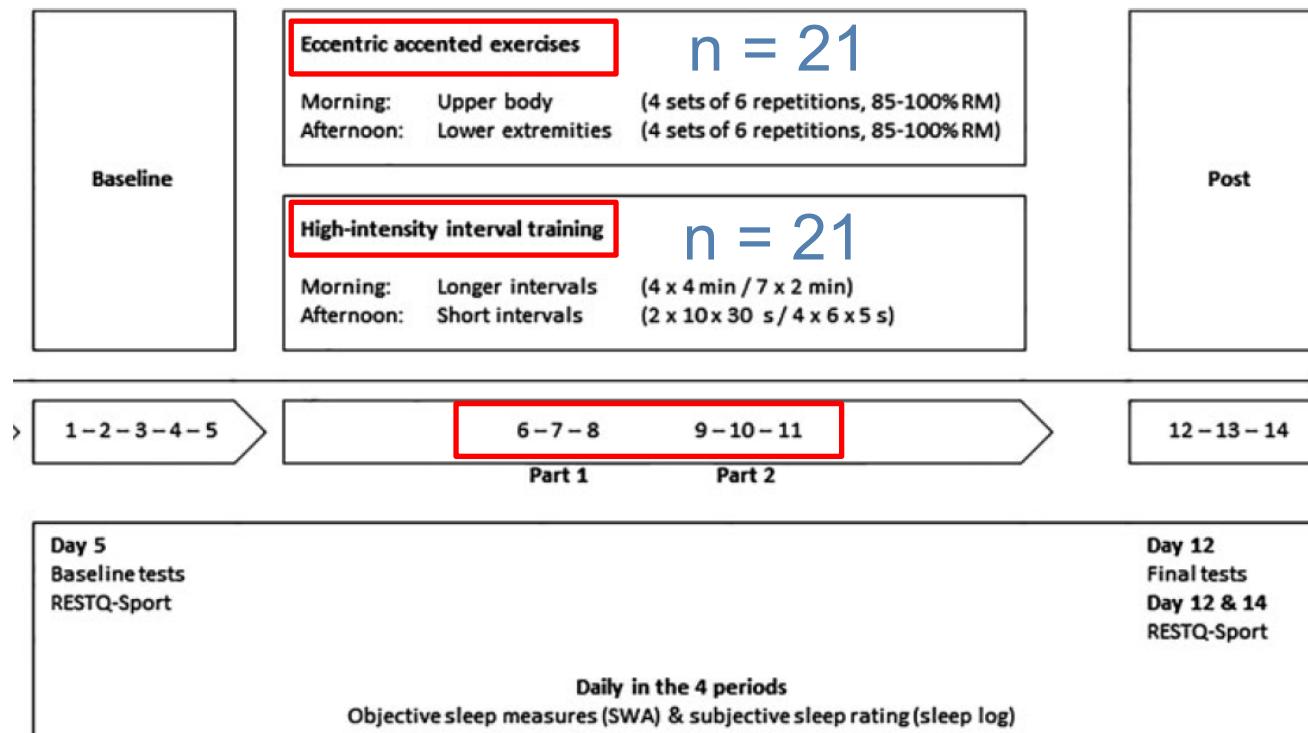
Table II. Sleep/wake variables on training days and rest days (mean  $\pm s$ )

Measure	Training days	Rest days	p-Value
Bedtime (hh:mm)	22:05 $\pm$ 00:52	00:32 $\pm$ 01:29	< 0.001
Get-up time (hh:mm)	05:48 $\pm$ 00:24	09:47 $\pm$ 01:47	< 0.001
Time in bed (h)	7.7 $\pm$ 0.9	9.3 $\pm$ 1.7	< 0.001
Sleep onset latency (min)	40.8 $\pm$ 43.2	31.8 $\pm$ 21.6	0.543
Sleep duration (h)	5.4 $\pm$ 1.3	7.1 $\pm$ 1.2	< 0.001
Sleep efficiency (%)	70.7 $\pm$ 15.1	77.2 $\pm$ 7.5	0.220
Wake after sleep onset (%)	17.6 $\pm$ 8.8	16.2 $\pm$ 7.7	0.629
Daytime nap duration (h)	0.2 $\pm$ 0.5	0.0 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup>	0.108
Total sleep time (h)	5.6 $\pm$ 1.4	7.1 $\pm$ 1.2	0.006

Note: <sup>a</sup>Participants did not nap on rest days.

## Sleep monitoring of a six-day microcycle in strength and high-intensity training

SARAH KÖLLING<sup>1</sup>, THIMO WIEWELHOVE<sup>1</sup>, CHRISTIAN RAEDER<sup>1</sup>, STEFAN ENDLER<sup>2</sup>,  
ALEXANDER FERRAUTI<sup>1</sup>, TIM MEYER<sup>3</sup>, & MICHAEL KELLMANN<sup>1,4</sup>



# Sleep monitoring of a six-day microcycle in strength and high-intensity training

SARAH KÖLLING<sup>1</sup>, THIMO WIEWELHOVE<sup>1</sup>, CHRISTIAN RAEDER<sup>1</sup>, STEFAN ENDLER<sup>2</sup>,  
ALEXANDER FERRAUTI<sup>1</sup>, TIM MEYER<sup>3</sup>, & MICHAEL KELLMANN<sup>1,4</sup>

*Sleep monitoring of a six-day microcycle* 5

Table II. Mean ( $\pm$  SD) of sleep parameters and mood ratings ( $n = 21$  in each group)

Parameter	Protocol	Baseline	Part 1	Part 2	Post
<i>Objective sleep parameters</i>					
Bedtime	Strength	0:14 $\pm$ 0:28 <sup>a</sup>	23:39 $\pm$ 0:44	0:05 $\pm$ 0:38 <sup>a</sup>	23:38 $\pm$ 0:26
	HIT	0:26 $\pm$ 0:48 <sup>a</sup>	23:25 $\pm$ 1:07	23:47 $\pm$ 1:13	23:41 $\pm$ 0:45
Get-up time	Strength	8:07 $\pm$ 0:47 <sup>a</sup>	7:24 $\pm$ 0:47	8:01 $\pm$ 0:50 <sup>a</sup>	7:14 $\pm$ 0:41
	HIT	7:57 $\pm$ 1:09	7:29 $\pm$ 0:41	7:36 $\pm$ 0:45	7:41 $\pm$ 0:55
SE	Strength	85.7 $\pm$ 6.2	85.7 $\pm$ 6.1	84.2 $\pm$ 6.3	85.4 $\pm$ 6.1
	HIT	87.4 $\pm$ 4.9 <sup>b</sup>	85.6 $\pm$ 5.3	83.6 $\pm$ 7.8	84.5 $\pm$ 7.9
SOL	Strength	19.3 $\pm$ 15.0	21.0 $\pm$ 20.1	19.9 $\pm$ 11.7	14.8 $\pm$ 9.1
	HIT	14.9 $\pm$ 13.0	17.0 $\pm$ 16.0	19.3 $\pm$ 17.8	20.4 $\pm$ 20.0
TIB	Strength	472.5 $\pm$ 46.2	465.8 $\pm$ 47.7	469.1 $\pm$ 47.7	453.0 $\pm$ 39.1
	HIT	454.5 $\pm$ 46.1	477.7 $\pm$ 69.3	462.9 $\pm$ 75.8	477.2 $\pm$ 62.1
TST	Strength	404.3 $\pm$ 44.5	397.3 $\pm$ 39.1	394.1 $\pm$ 45.0	385.8 $\pm$ 41.7
	HIT	397.7 $\pm$ 47.5	409.1 $\pm$ 67.1	387.4 $\pm$ 71.0	402.5 $\pm$ 58.8
WASO	Strength	40.6 $\pm$ 21.9	39.8 $\pm$ 28.2	45.0 $\pm$ 26.0	41.9 $\pm$ 26.1
	HIT	34.1 $\pm$ 16.5	47.2 $\pm$ 28.7	48.3 $\pm$ 36.4	45.9 $\pm$ 43.6
SF	Strength	10.7 $\pm$ 3.1	10.0 $\pm$ 3.5	11.8 $\pm$ 5.2	11.6 $\pm$ 4.5
	HIT	10.9 $\pm$ 3.4	13.3 $\pm$ 3.5	12.6 $\pm$ 6.8	12.4 $\pm$ 5.5
...	...	...	...	...	...

## Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports

### 4

MICHELE LASTELLA<sup>1</sup>, GREGORY D. ROACH<sup>1</sup>, SHONA L. HALSON<sup>2</sup>, &  
CHARLI SARGENT<sup>1</sup>

Table III. Sleep/wake variables for athletes from individual and team sports

Sleep variables	Individual sport (mean $\pm$ s)	Team sport (mean $\pm$ s)	F (df)
Bedtime (hh:mm)	22:27 $\pm$ 00:49	23:24 $\pm$ 01:06	79.8 (1,118)***
Get-up time (hh:mm)	06:42 $\pm$ 01:00	07:56 $\pm$ 01:07	102.9 (1,118)***
Sleep onset time (hh:mm)	22:49 $\pm$ 00:48	23:40 $\pm$ 01:05	73.7 (1,118)***
Sleep offset time (hh:mm)	06:29 $\pm$ 01:01	07:46 $\pm$ 01:08	106.6 (1,121)***
Sleep latency (min)	22.0 $\pm$ 26.6	16.0 $\pm$ 20.1	6.8 (1,114)*
Time in bed (h)	8.2 $\pm$ 1.0	8.5 $\pm$ 1.2	5.8 (1,125)*
Total sleep time (h)	6.5 $\pm$ 1.1	7.0 $\pm$ 1.2	13.1 (1,122)*
Sleep efficiency (%)	85.9 $\pm$ 6.1	86.4 $\pm$ 4.8	4.4 (1,123)*
Moving minutes (min)	82.5 $\pm$ 35.4	78.5 $\pm$ 26.3	5.5 (1,115)*
Wake after sleep onset (%)	18.0 $\pm$ 7.4	16.2 $\pm$ 5.0	10.7 (1,114)*
Subjective sleep quality	2.7 $\pm$ 1.0	2.6 $\pm$ 0.9	0.4 (1,124)

\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.001$ .

$n = 66$   
(57male; with  
about 12 nights)

$n = 58$   
(47male; with  
about 12 nights)

## Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports

### 4

MICHELE LASTELLA<sup>1</sup>, GREGORY D. ROACH<sup>1</sup>, SHONA L. HALSON<sup>2</sup>, &  
CHARLI SARGENT<sup>1</sup>

Sleep variables	Individual sports				
	Cycling	Mountain bike	Racewalking	Swimming	Triathlon
Bedtime (hh:mm)	22:39 ± 00:53	23:02 ± 00:42	22:53 ± 01:12	22:14 ± 01:10	22:27 ± 00:39
Get-up time (hh:mm)	06:42 ± 00:58	07:48 ± 00:46	07:02 ± 01:10	06:46 ± 01:26	06:19 ± 00:44
Sleep onset (hh:mm)	22:51 ± 00:54	23:14 ± 00:41	23:11 ± 01:09	22:54 ± 01:11	22:49 ± 00:42
Sleep offset (hh:mm)	06:33 ± 00:58	07:37 ± 00:49	06:56 ± 01:10	06:25 ± 01:32	06:03 ± 00:48
Sleep latency (min)	12.1 ± 14.9	12.5 ± 12.1	13.0 ± 15.2	40.1 ± 38.5	21.4 ± 22.1
Time in bed (h)	8.0 ± 1.0	8.8 ± 0.8	8.2 ± 1.1	8.5 ± 1.4	7.9 ± 0.8
Total sleep time (h)	6.7 ± 0.9	7.0 ± 0.7	7.1 ± 1.0	6.4 ± 1.5	6.1 ± 0.9
Sleep efficiency (%)	86.5 ± 5.5	83.7 ± 5.4	91.1 ± 5.7	84.4 ± 6.7	83.8 ± 4.1
Moving mins (min)	73.5 ± 23.1	88.1 ± 26.0	55.1 ± 23.6	102.4 ± 44.6	82.0 ± 26.5
Wake after sleep onset (%)	15.8 ± 4.4	17.3 ± 4.2	11.6 ± 4.4	22.7 ± 9.2	18.8 ± 5.4
Sleep quality	2.6 ± 1.1	3.2 ± 0.9	2.7 ± 1.2	2.6 ± 1.0	2.8 ± 0.8

Data are mean ± s.

**Accuracy** is defined by a proportion: the total number of 30-s epochs of sleep (defined by PSG) that were correctly classified by actigraphy, divided by the total number of events classified (be they correct or incorrect)

		Actigraphy			
		“Sleep”	“Wake”		
PSG	Sleep	186,889	8,794	195,683	Accuracy = 0.848
	Wake	26,572	10,594	37,166	Sensitivity = 0.955 Specificity = 0.285
		213,461	19,388	232,849	

**Sensitivity** for sleep corresponds to the proportion of epochs PSG-scored as *sleep* epochs that are correctly classified as sleep by actigraphy

**Specificity** for sleep corresponds to the proportion of epochs PSG-scored as wake epochs that are correctly classified as wake epochs by actigraphy.

Marino et al. (2013)

Table II. Sleep actigraphy data comparing athletes (including data on individual athletic groups) with non-athletic controls. Values are means  $\pm$  standard deviation.

Group	n	Time in bed (hrs:mins)	Sleep latency (mins)	Time asleep (hrs:mins)	Time awake (hrs:mins)	Sleep efficiency (%)	Fragmentation index	Actual sleep (%)	Moving minutes (mins)	Moving time (%)
Controls	20	8:07 $\pm$ 0:20 <sub>a</sub>	5.0 $\pm$ 2.5 <sub>b</sub>	7:11 $\pm$ 0:25	0:50 $\pm$ 0:16 <sub>c</sub>	88.7 $\pm$ 3.6 <sub>d</sub>	29.8 $\pm$ 9.0 <sub>e</sub>	89.7 $\pm$ 3.3 <sub>f</sub>	45.4 $\pm$ 11.6 <sub>g</sub>	9.4 $\pm$ 2.4 <sub>h</sub>
Athletes	46	8:36 $\pm$ 0:53 <sub>a</sub>	18.2 $\pm$ 16.5 <sub>b</sub>	6:55 $\pm$ 0:43	1:17 $\pm$ 0:31 <sub>c</sub>	80.6 $\pm$ 6.4 <sub>d</sub>	36.0 $\pm$ 12.4 <sub>e</sub>	84.3 $\pm$ 5.7 <sub>f</sub>	87.6 $\pm$ 32.6 <sub>g</sub>	17.8 $\pm$ 6.2 <sub>h</sub>
Canoeing	11	8:32 $\pm$ 0:35	19.1 $\pm$ 20.2	6:58 $\pm$ 0:23	1:06 $\pm$ 0:17	81.8 $\pm$ 4.3	31.0 $\pm$ 9.0	86.3 $\pm$ 3.4	75.6 $\pm$ 19.8	15.6 $\pm$ 4.2
Diving	14	8:46 $\pm$ 0:55	21.0 $\pm$ 19.0	7:05 $\pm$ 0:47	1:17 $\pm$ 0:19	80.9 $\pm$ 5.3	39.3 $\pm$ 11.8	84.5 $\pm$ 3.7	96.5 $\pm$ 30.3	19.3 $\pm$ 5.3
Rowing	10	7:46 $\pm$ 0:40	10.2 $\pm$ 6.6	6:25 $\pm$ 0:50	1:08 $\pm$ 0:32	82.5 $\pm$ 8.3	35.6 $\pm$ 16.1	84.8 $\pm$ 7.2	77.9 $\pm$ 41.3	17.3 $\pm$ 9.1
Speed skating	11	9:13 $\pm$ 0:47	21.1 $\pm$ 15.1	7:06 $\pm$ 0:38	1:38 $\pm$ 0:46	77.2 $\pm$ 7.1	37.3 $\pm$ 12.2	81.6 $\pm$ 7.5	97.0 $\pm$ 34.8	18.4 $\pm$ 5.7

Note: Mean values with the same subscript are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**f) Une performance sportive maximale peut également être atteinte avec une privation de sommeil extrême. (Mais attention: vigilance psychomotrice)**

**g) Les athlètes dorment de manière ajustée et pas toujours bien. (par prudence: mesure du sommeil!)**

## Problèmes de sommeil à cause de...

- Nervosité et peur de la compétition
- Dormir dans un environnement inhabituel
- Arrivée à la compétition avec plusieurs fuseaux horaires
- Surentraînement

*Exemple*

## Sommeil et compétition...

*u*<sup>b</sup>

<sup>b</sup>  
UNIVERSITÄT  
BERN

**Franziska van Almsick**: « Peut-être que je vais dormir tranquillement encore une nuit, mais après, ça deviendra grave, ça je le sais! [...] Demain, je ne peux plus dormir. »

Après avoir terminé le 200m nage libre, elle s'est plainte dans une interview qu'elle avait mal dormi pendant la nuit.

(<http://olympia.ard.de/>  
aufgerufen am 25.08.2004)

*Exemple*

## Sommeil et compétition...

*u*<sup>b</sup>

<sup>b</sup>  
UNIVERSITÄT  
BERN

**Manfred Kurzer:**

« Les Allemands réussissaient rarement à dormir avant la compétition: 'J'ai passé la moitié de la nuit à chasser des moucherons'

Il avait obtenu l'or Olympique en raison d'une réalisation exceptionnelle lors du tour préliminaire et a tiré de manière moyenne lors de la finale à midi.

(<http://olympia.ard.de/>  
aufgerufen am 25.08.2004)

# Étude de questionnaire Échantillon global

- N = 632 (379 hommes, 253 femmes, âge:  $21,9 \pm 6,8$  ans)
- Des 'hobby' athlètes ambitieux jusqu'aux sports de performance
- Pas de cadre: 264; C: n = 170; B: n = 98; A: n = 100

Sport de balle

n=301

principalement sports d'équipe

CGS-Sport

n=278

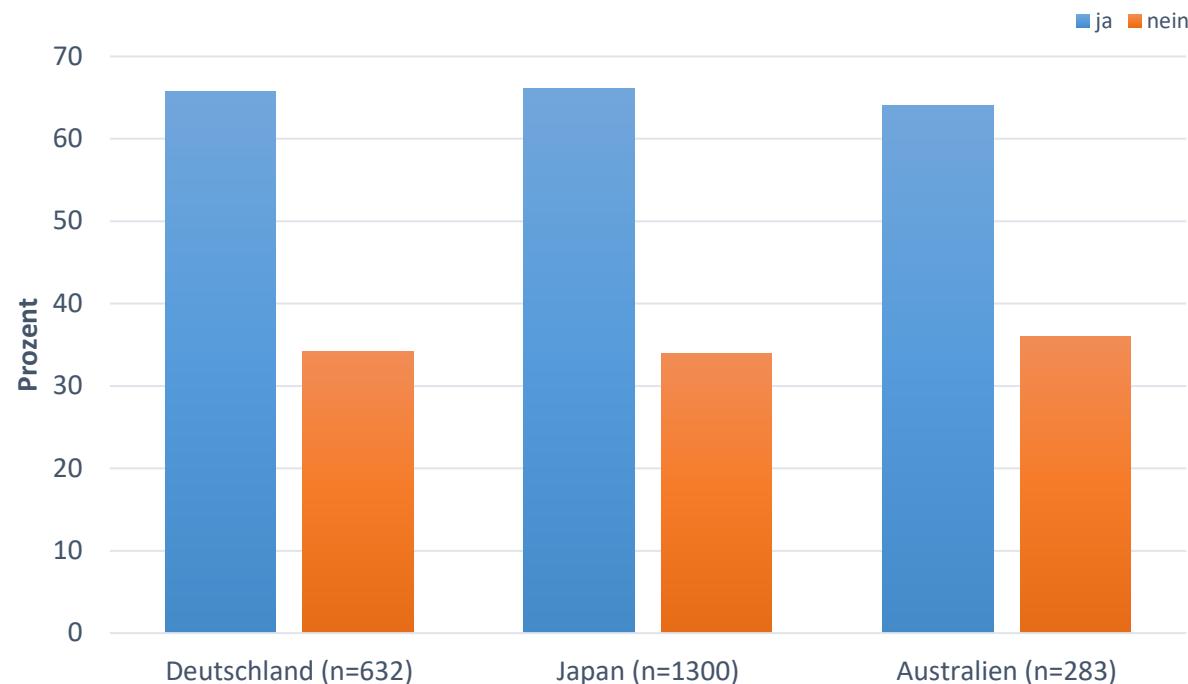
principalement sport individuel

Arts/arts martiaux

n=53

mix

## Avez-vous déjà moins bien dormi dans la nuit / la nuit avant une compétition ou un match important par rapport à vos habitudes de sommeil normales?



Erlacher, Ehrlenspiel, Adegbesan & Galal El-Din (2011). *Journal of Sports Sciences*, 29

Erlacher, Fujii, & Schredl (unpublished data)

Juliff, Halson, & Peiffer (online first). *Journal of Science and Medicine in Sport*

# Fréquences de réponse

## Welche Probleme haben Sie mit Ihrem Schlaf vor einem Wettkampf erlebt?

Mehrfachnennungen (n=384)	47 % 19 % 25 % 7 % 2 %	<b>Einschlaf Schwierigkeiten</b> nächtliches Erwachen <b>frühes morgendliches Erwachen</b> unangenehme Träume Sonstiges (bitte eintragen):
------------------------------	------------------------------------	--

## Welche Gründe gab es für den schlechteren Schlaf vor einem Wettkampf?

Mehrfachnennungen (n=388)	15 % 32 % 41 % 9 % 3 %	ungegewohnte Schlafumgebung <b>Nervosität vor dem Wettkampf</b> <b>Gedanken über den Wettkampfverlauf</b> Geräusche im Zimmer oder von draußen Sonstiges (bitte eintragen):
------------------------------	------------------------------------	---

## Wie hat sich der schlechtere Schlaf auf Ihre Wettkampfleistung ausgewirkt?

Mehrfachnennungen (n=385)	47 % 14 % 23 % 11 % 5 %	<b>keine Auswirkung</b> schlechtere Tagesstimmung erhöhte Tagesmüdigkeit schlechtere Leistung im Wettkampf Sonstiges (bitte eintragen):
------------------------------	-------------------------------------	---

## Welche Strategien nutzen Sie, um vor einem Wettkampf gut zu schlafen?

Mehrfachnennungen (n=597)	41 % 7 % 1 % 12 % 26 % 13 %	<b>keine besondere Strategie</b> Entspannungstechniken Schlafmittel Lesen <b>Fernsehen</b> Sonstiges (bitte eintragen):
------------------------------	--	--

**Welche Probleme haben Sie mit Ihrem Schlaf vor einem Wettkampf erlebt?**

Mehrfachnennungen  
(n=384)

47 %  
19 %  
25 %  
7 %  
2 %

**Einschlaf Schwierigkeiten**  
nächtliches Erwachen  
**frühes morgendliches Erwachen**  
unangenehme Träume  
Sonstiges (bitte eintragen):

**Welche Gründe gab es für den schlechteren Schlaf vor einem Wettkampf?**

Mehr  
(n=384)

**Les sportifs d'élite connaissent des problèmes de sommeil avant un match majeur ou une compétition**

Wie  
(n=384)

**Inconvénient:** l'étude du questionnaire est  
**rétrospective**

**Enquête pendant la compétition!**

**Welche Strategien nutzen Sie, um vor einem Wettkampf gut zu schlafen?**

Mehrfachnennungen  
(n=597)

41 %  
7 %  
1 %  
12 %  
26 %  
13 %

**keine besondere Strategie**  
Entspannungstechniken  
Schlafmittel  
Lesen  
**Fernsehen**  
Sonstiges (bitte eintragen):

# La nuit avant un marathon

## Athletes' precompetitive sleep/wake schedule

Mean bedtime	9:40 pm ( $s = 1:20$ hours)
Mean wake-up time	4:18 am ( $s = 0:55$ hours)
Mean time awake after sleep onset	0:47 hours ( $s = 0:05$ hours)
Mean total sleep time	5:51 hours ( $s = 1:25$ hours)
Mean number of awakening	2.5 ( $s = 1.9$ )

## Precompetitive sleep quality compared with a usual night's sleep quality

Much worse	8.7%
Worse	29.1%
Slightly worse	30.1%
Average	25.2%
Slightly better	3.9%
Better	1.9%
Much better	1.0%

## Primarily reported factors contributing to the disruption of athletes' sleep the night prior to competition (% of sample)

Anxiety	21.4%
Noise	15.3%
Toilet	14.3%
Family and friend issues	7.1%
Dreams	5.1%
Other	17.3%
No awakenings	19.4%

N=103

# Le sommeil dans le cyclisme

# Résultats d'interviews

« Un sommeil suffisant fait partie de la préparation optimale de la compétition. »

«On ne se sent pas en forme au début, mais si vous avez un pouls de 180, la fatigue disparaît. »

"Je me réveille souvent, parfois cinq, six fois par nuit. Mais ce n'est à cause de ma nervosité. "

«Avant, j'étais anxieux avant presque toutes les courses, je dormais peu, parfois seulement trois ou quatre heures. Et j'ai la plus part du temps bien roulé. »

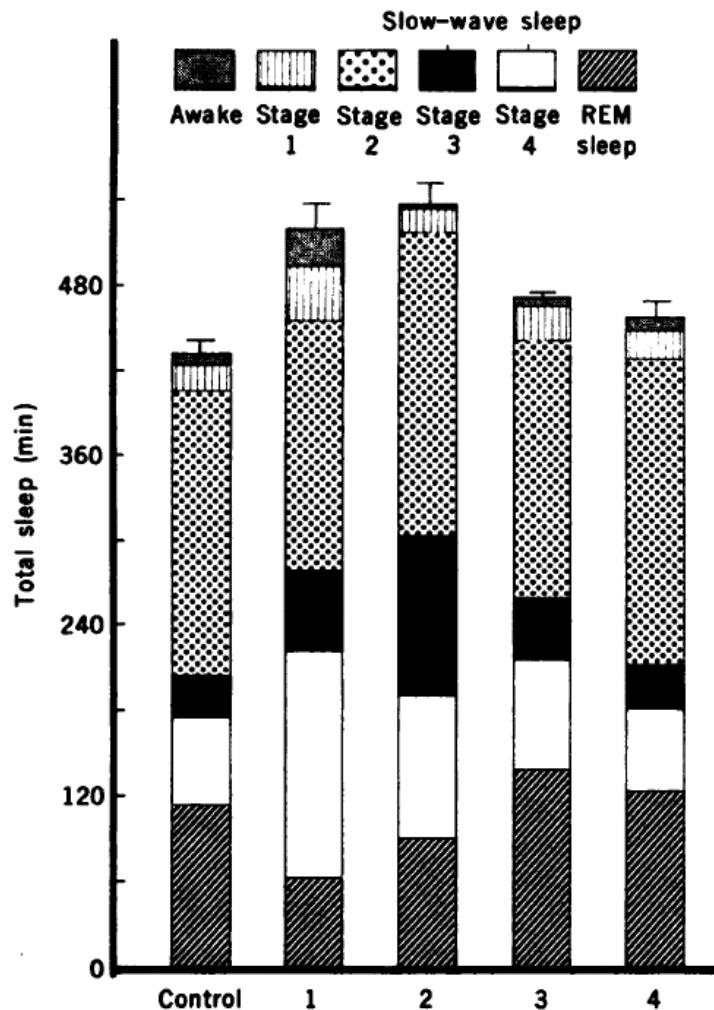
„Surtout en phase de compétition et lors de stress à l'école.“

«D'un côté, je me sentais souvent mal à l'entraînement après peu de sommeil, d'autre part j'ai déjà gagné une course après deux heures de sommeil. »

"Je tombe dans mes rêves relativement souvent de mon vélo, même sur une ligne droite. Dans d'autres rêves, je vais participer à une course. "

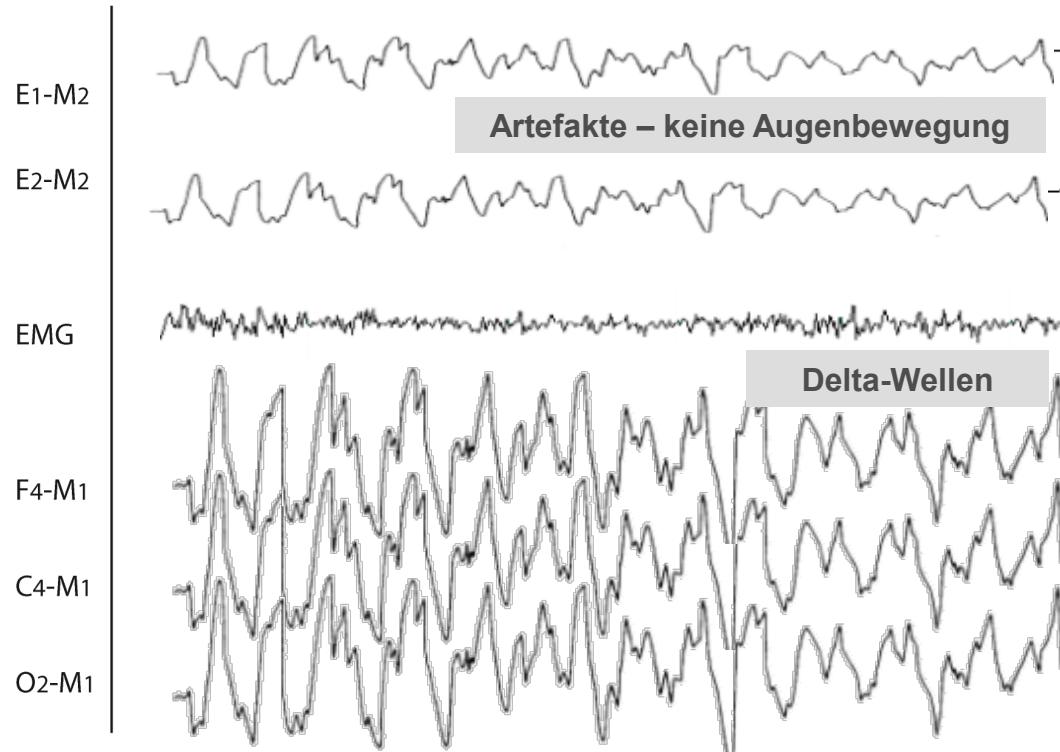
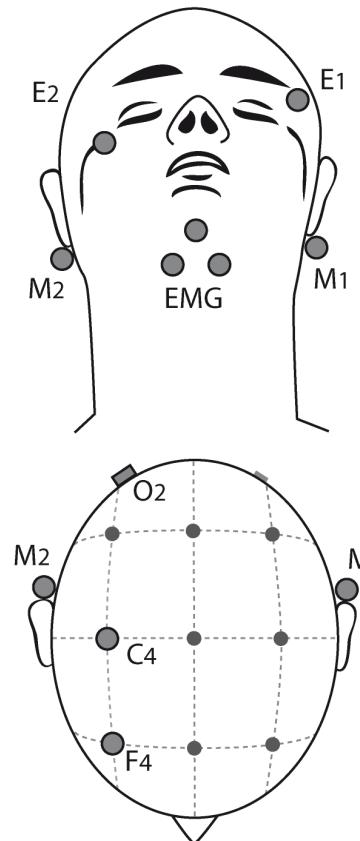
# Slow-Wave Sleep: A Recovery Period After Exercise

*Abstract. Sleep recordings were carried out on athletes on four successive nights after completing a 92-kilometer road race. Significant increases in total sleep time and slow-wave sleep were found after this metabolic stress. The results show a definite exercise effect on sleep and support sleep-restoration hypotheses.*



rror of the mean). The marathon started at 0600, and the subjects required between 8½ and 10¾ hours to complete the 92 km (average speed, 10.7 to 8.6 km/hour). Body mass of the runners de-

# Stade de sommeil N3



- sommeil profond sommeil Delta
- Lenteur des fréquences EEG
- Principalement la première moitié de la nuit

# Profil de sommeil d'un bon dormeur

## Répartition du sommeil

- W 5-10%
  - N1 5-10%
  - N2 environ 50%
  - N3 environ 20%
  - R 20-25%
- 
- courtes périodes d'éveil 15-25 fois
  - Temps de sommeil 15-30 minutes

# Aperçu échantillon

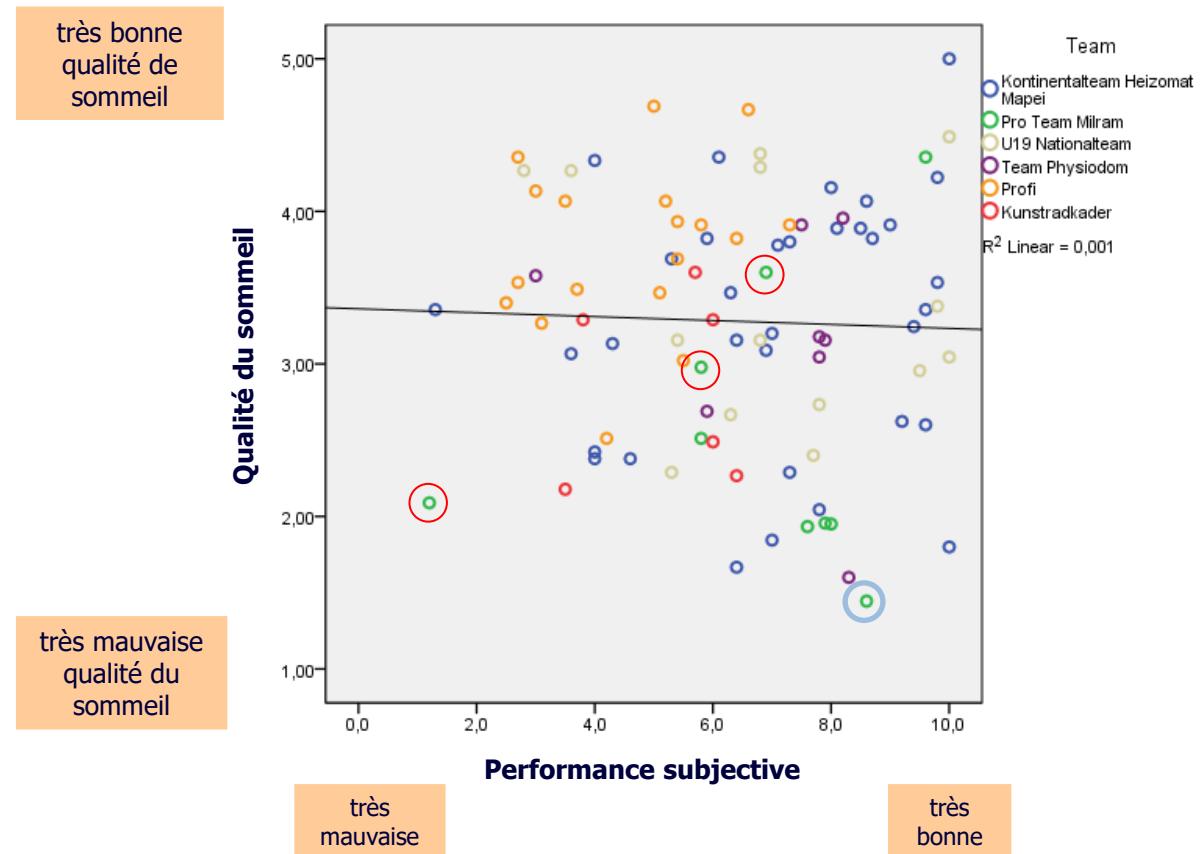
	Course	Place	Team	Heure	N	Nä.	Ges
1	Istrian Spring Trophy	Kroatien	Kontinentalteam Heizomat Mapei	12.3.-15.3.09	6	4	24
2	Cinturon Mallorca	Spanien	Kontinentalteam Heizomat Mapei	3.4.-5.4.09	6	3	18
3	Lehrgang	Fulda (D)	Kontinentalteam Heizomat Mapei	29.1.-30.1.10	4	2	8
4	Volta a Catalunya	Spanien	Pro Team Milram	22.5.-24.5.09	3	3	9
5	Regio Tour U19	Freiburg (D)	U19 National- mannschaft	20.8.-23.8.09	5	3	15
6	24ème tour de moselle cycliste	Frankreich	Team Physiodom	18.9.-20.9.09	5	3	15
7	Sechstagerennen München	München (D)	Pro-Fahrer	12.11.-17.11.09	4	5	20
8	Kunstrad Trainingswettkampf	Heidelberg (D)	Bundesverband RKB "Solidarität"	29.1.-30.1.10	6	2	12

# Mesures

Evaluation subjective du sommeil	Mesure objective du sommeil	Evaluation subjective de la performance de course
<p>Questionnaire du sommeil A (Görtelmayer, 1996)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Qualité du sommeil (SQ): 9 Items</li><li>▪ Sentiment de récupération après le sommeil(GES): 8 Items</li></ul>	<p>SomnoWatch (Domino Light V. 1.05)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Début</li><li>▪ Éveil durant la nuit</li><li>▪ Part de sommeil profond</li><li>▪ etc.</li></ul>	<p>Questionnaire (développement de soi)</p> <p>11 questions concernant la course par exemple, comment vous êtes-vous senti immédiatement après la ligne d'arrivée?</p> <p>Réponse avec échelle visuelle analogique : «peu épuisé», «extrêmement épuisé»)</p>

# Résultats: Sommeil subjectif

- Aucune corrélation entre la qualité subjective du sommeil et l'évaluation de la performance

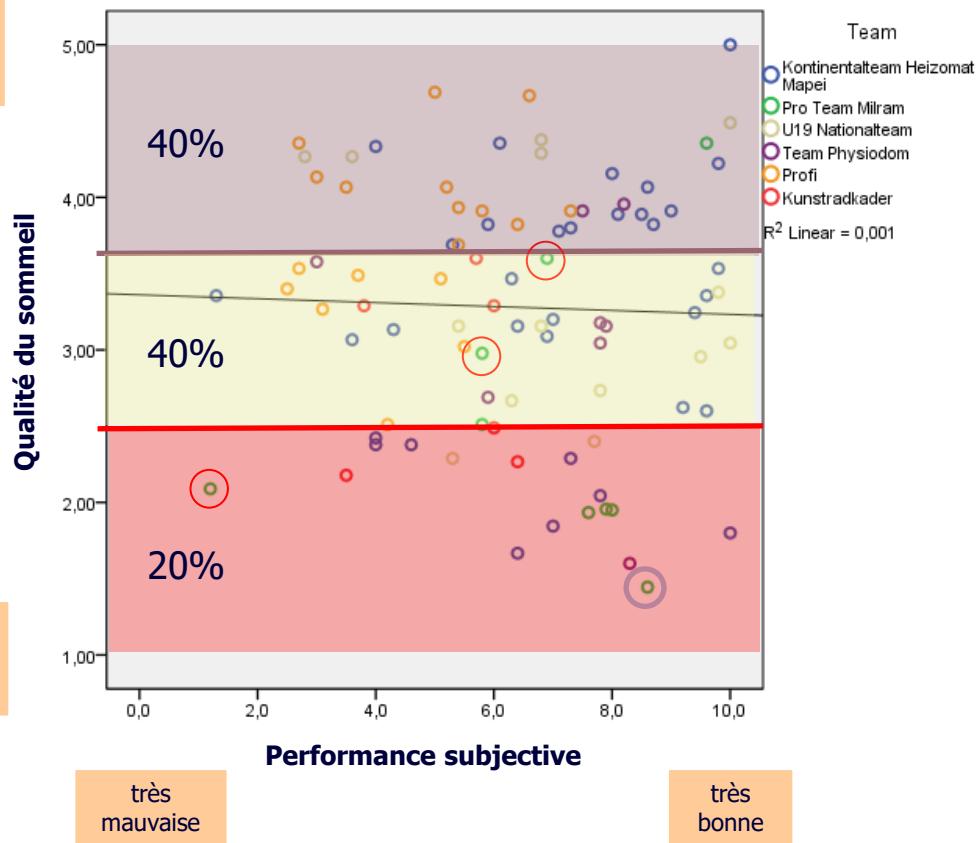


## Résultats: Sommeil subjectif

- Aucune corrélation entre la qualité subjective du sommeil et l'évaluation de la performance
  - La qualité subjective du sommeil varie grandement
  - 20% des nuits de moins de 2,5 (correspond au SQ pour les patients en ambulatoire)

très bonne  
qualité de  
sommeil

très mauvaise  
qualité du  
sommeil

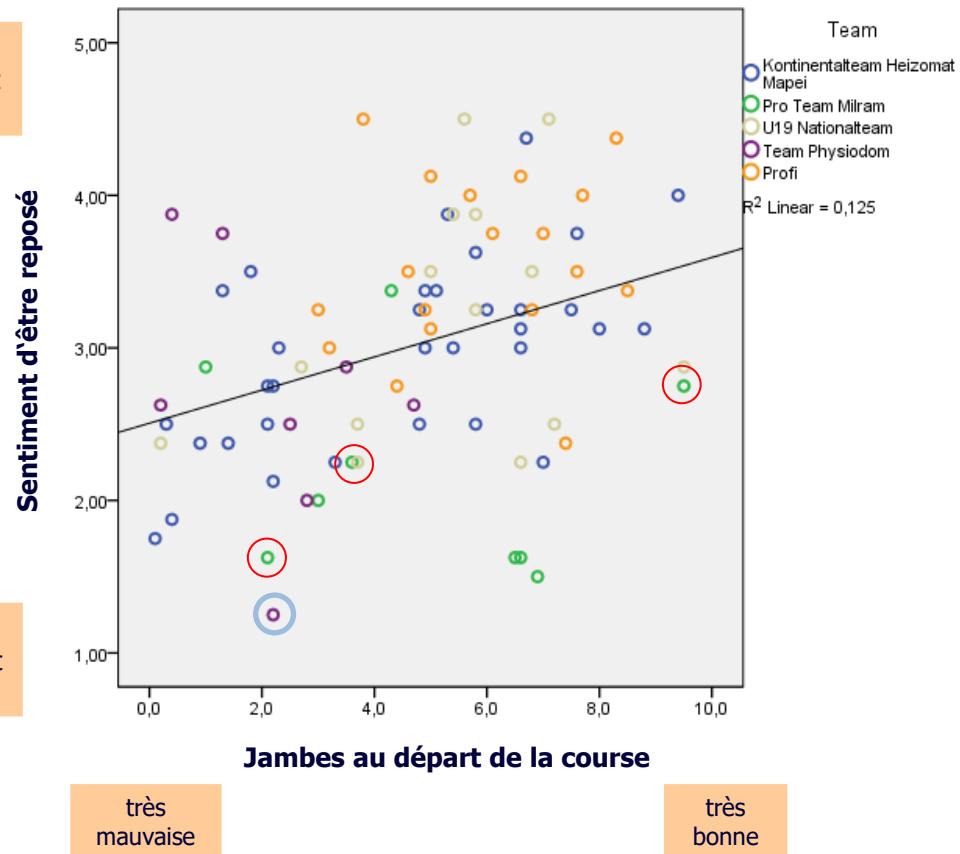


# Résultats: Sommeil subjectif

- Le sentiment de récupération après le sommeil a un lien avec différentes variables de performance
- Par exemple: Comment on sent ses jambes au départ de la course ( $r = .35$ )

très bien  
reposé durant  
le sommeil

très mal  
reposé durant  
le sommeil

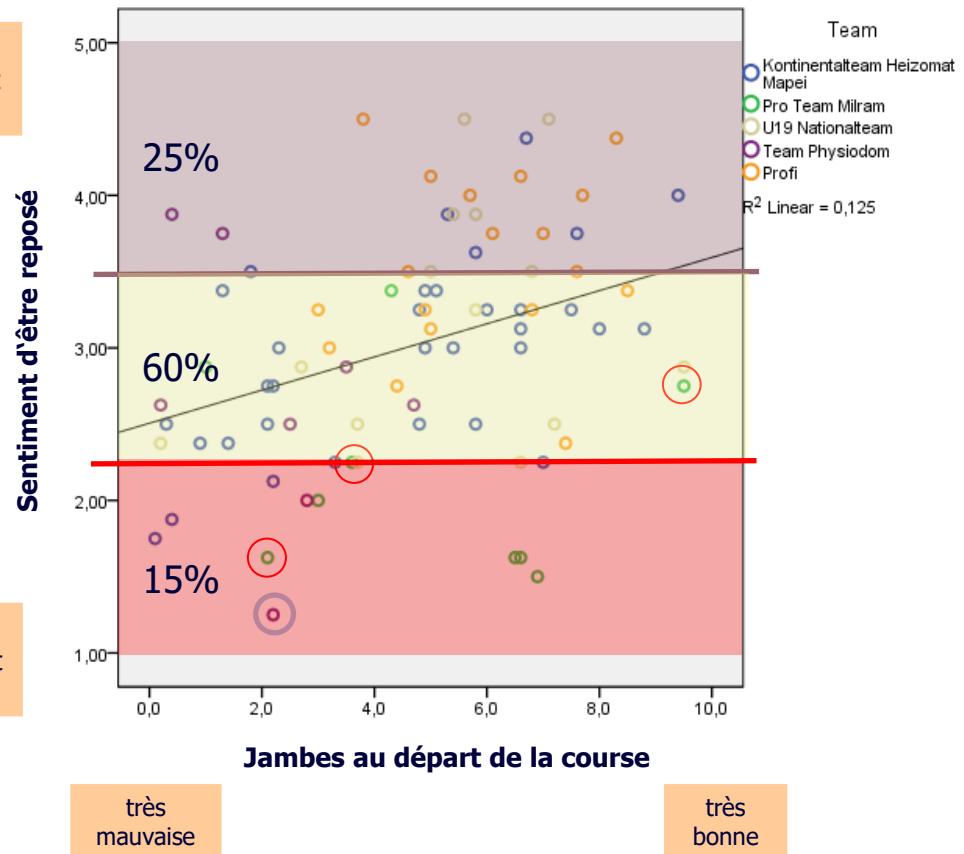


# Résultats: Sommeil subjectif

- Le sentiment de récupération après le sommeil a un lien avec différentes variables de performance
- Par exemple: Comment on sent ses jambes au départ de la course ( $r = .35$ )
- Le sentiment de récupération varie également beaucoup
- 15% des nuits de moins de 2,1 (correspondant au GES pour les patients en ambulatoire)

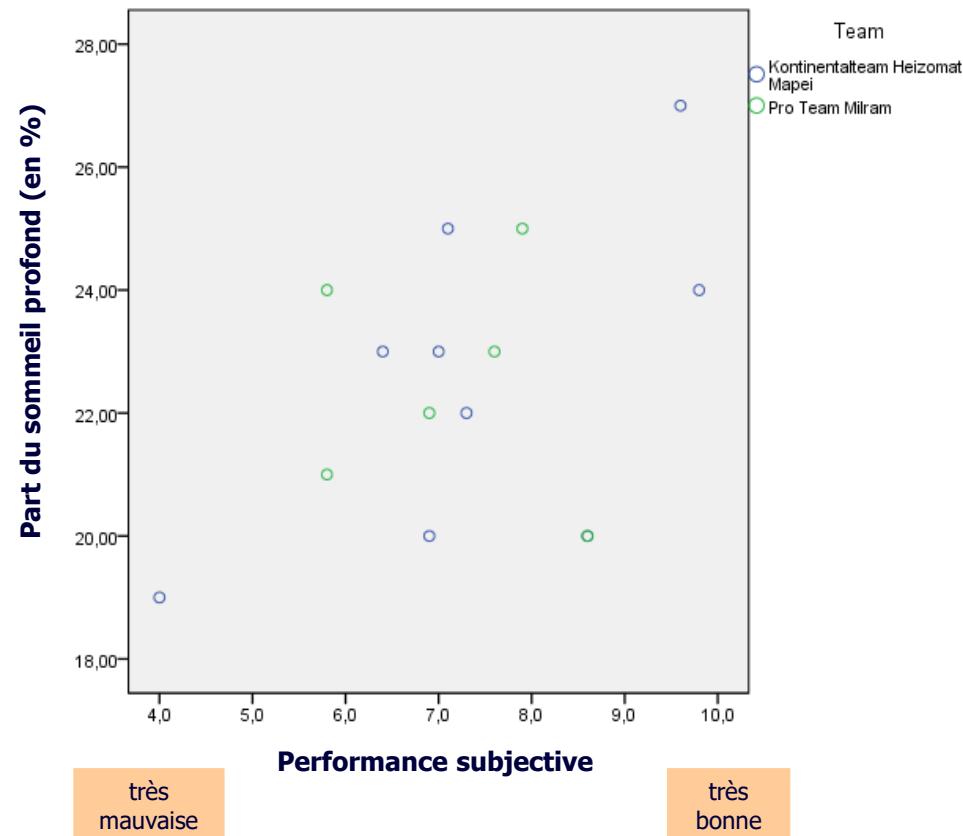
très bien  
reposé durant  
le sommeil

très mal  
reposé durant  
le sommeil



# Résultats: paramètres de sommeil objectif

- Évaluations préliminaires de 15 nuits en deux courses
- Corrélation entre le sommeil profond et l'épuisement physique lors de la course le jour suivant ( $r = 0.4$ ,  $p = .06$ ,  $n = 15$ )
- Cependant, incertitudes dans les critères d'évaluation
- Evaluation manuelle: définir des critères d'évaluation



**h) Les problèmes de sommeil ne sont pas rares dans le sport avant et pendant les compétitions.**

**i) Il y a seulement quelques études sur le lien entre le sommeil et la performance athlétique - mais celles-ci montrent une interaction**

# Résumé

# Les athlètes devraient ...

- ... être informé de manière général au sujet du sommeil et connaître son besoin de sommeil.
- ...connaître l'hygiène du sommeil.
- ... les effets positifs possibles de la prolongation du sommeil (par exemple les siestes).

*Merci pour votre  
attention!*

Contact:  
*Daniel.Erlacher@ispw.unibe.ch*