

RYTHMES

Bulletin du Groupe d'Étude des Rythmes Biologiques

Tome 39 - Numéro 1

Mars 2008

<http://www.sf-chronobiologie.org>

Sommaire

Éditorial	1
Articles	
A. Ayari : Rythmes locomoteurs de <i>Talitrus saltator</i> .	6
J. Périgaud : Phénoflore 2007	12
S. Moussay : Performance en cyclisme	15
Congrès	4, 5, 22, 23
Rubriques	
Mise à jour de l'annuaire électronique	2
Notre site Web	3
Prix et bourses SFC	14
Chronobiologistes	24

Éditorial

Au cours des dernières années nous avons assisté à une évolution importante des bases conceptuelles de la chronobiologie. Nos connaissances sur la mécanistique des rythmes progressent tous les jours et, parallèlement, la communauté scientifique prend progressivement conscience que ces recherches peuvent permettre de répondre à certaines questions sociétales, tant au niveau de la santé que de l'organisation sociale du travail. La chronobiologie ou la neurobiologie des rythmes est devenue une discipline fondamentale respectée. Au cours des années, certaines sociétés de Chronobiologie, n'ayant pas su intégrer les changements profonds de la discipline, ont plus ou moins disparu et de nouvelles ont été fondées, ne serait-ce que pour asseoir la modernité actuelle (e.g. *Society for Research on Biological Rhythms*, *European Biological Rhythms Society*). Notre SFC (Société Francophone de Chronobiologie) a une place à part car c'est une société relativement ancienne qui a une histoire respectable et innovante, société aujourd'hui toujours active et vivante.

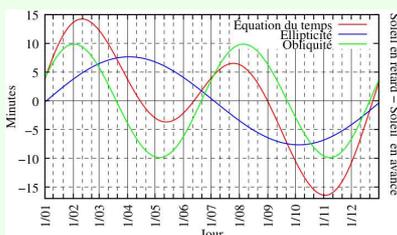
En juin prochain un nouveau Président va être élu et une nouvelle étape dans la vie de notre société va commencer. L'heure pour moi dans cet éditorial, mon dernier comme président de la SFC, est de présenter le bilan de cette mandature.

Quand j'avais accepté cette responsabilité, j'avais indiqué qu'avec les membres du conseil d'administration, nous nous attacherions à continuer et à renforcer le renouveau de la SFC pour la projeter dans le 21^{ème} siècle.

Continuer, car ce sont les présidents et bureaux successifs de la SFC qui avaient initié ce mouvement. Pour mémoire je rappellerai simplement quelques étapes marquantes. D'abord 1) la transformation de ce qui n'était alors qu'un groupement de scientifiques (GERB) en une vraie société scientifique, 2) la création du prix « jeune chercheur » en 2000, sans oublier 3) les efforts faits sur le contenu scientifique des congrès des dernières années. C'est aussi à la même époque qu'une politique de rajeunissement de notre conseil d'administration a été lancée avec des conséquences immédiates très visibles. Ces actions diverses de la SFC, associées à une politique « jeunes » forte, pouvaient apparaître disparates mais avaient un sens. A preuve, il suffit de voir le devenir professionnel des lauréats de nos prix « jeunes chercheurs ».

Renforcer le renouveau, car même si la SFC jouait un rôle majeur dans l'animation de notre discipline, il était notoire que les très nombreux jeunes chercheurs recrutés dans différents laboratoires de la discipline ne se reconnaissaient pas totalement dans la SFC. Pour qu'elle puisse pleinement jouer son rôle auprès des autorités, elle se doit de regrouper tous les aspects de notre discipline. Le chemin

(Suite page 2)

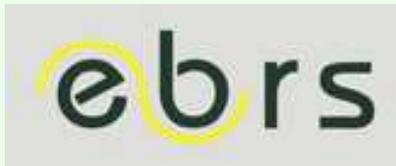


(Suite de la page 1)

fût long mais, pendant ce mandat, nous avons réussi à fédérer dans la SFC toutes les forces vives de la discipline. Et je pense que l'intérêt de l'intégration réussie des autres ex-sociétés spécialisées apparaîtra largement dans les années qui viennent.

La science a toujours été internationale mais aujourd'hui, le fonctionnement même du monde scientifique devient international. La place des instances européennes dans l'attribution des fonds de recherche est grandissante. Les sociétés scientifiques doivent, même dans un cadre national, intégrer cette dimension européenne. C'est ce que nous avons fait au cours de ce mandat et cela s'est concrétisé par une association structurante de la SFC avec la « European Biological Rhythms Society » (EBRS). Aujourd'hui, tous les membres de la SFC sont automatiquement membres de l'EBRS et tous vous recevez les bulletins annuels de l'EBRS. Cela a été, je crois, une évolution très importante qui a permis de renforcer nos contacts avec nos partenaires des différents pays européens. C'est tous ensemble que nous pouvons répondre à notre ambition de réunir et de représenter l'ensemble des européens qui travaillent dans le domaine des rythmes et ce, tout en garantissant à notre communauté francophone la reconnaissance scientifique internationale qu'elle mérite. Il est tout aussi évident que, suite à cette initiative (nota: une initiative de la SFC, un modèle pour les autres sociétés nationales ?), l'EBRS devient encore plus représentative de l'ensemble de la communauté européenne. Très vite, l'EBRS aura un poids scientifique similaire à celui de la SRBR, la société de nos collègues Nord-américains, et ensemble nous pouvons espérer multiplier des actions communes.

L'importance de notre discipline la Chronobiologie/neurobiologie des rythmes dans l'évolution générale des connaissances et dans l'émergence de nouveaux concepts d'innovations thérapeutiques est maintenant reconnue par tous, du moins au niveau international, même si ce n'est pas le cas au niveau de certains Ministères français. Le paysage scientifique change rapidement et même si la place de la communauté française des Chronobiologistes est très respectable et très respectée au plan international, nous devons continuer à nous battre pour rester dans la compétition et nous devons continuer à nous battre pour que la SFC reste la société francophone de référence de la discipline. **Pour terminer, un souhait** : que le nouveau conseil continue et amplifie la politique spécifique «jeunes» initiée il y a quelques années. C'est elle qui est à la base des profondes évolutions de notre société au cours de la présente mandature.



Paul Pévet
Président

Vos coordonnées accessibles sur le site de la SFC

M, Mme, Mlle, Prénom, Nom :

Tel:

Fax:

Titres, fonctions :

Courriel :

Adresse :

Mots clefs :

Pensez à actualiser vos données

Utilisez ce formulaire pour une première inscription ;

Modifiez vos données en ligne si nécessaire (voir page 3).

Etienne CHALLET, Secrétaire Général de la SFC
Laboratoire de Neurobiologie des Rythmes
CNRS UMR7168/LC2, Université Louis Pasteur
5 rue Blaise Pascal, 67084 STRASBOURG Cedex
Tel: 03.88.45.66.93; Fax: 03.88.45.66.54
e-mail: challet@neurochem.u-strasbg.fr

Visitez régulièrement le site Web de la SFC

Le site de la Société Francophone de Chronobiologie est consultable à l'adresse

<http://www.sf-chronobiologie.org>

Tout comme l'ancien site, il comporte une présentation de la société et de ses activités ainsi qu'un annuaire de ses membres. Chaque membre recevra un courrier avec un nom de login et un mot de passe personnel qui lui donnera un accès personnel pour notamment modifier sa fiche. Le site constitue aussi une riche source d'informations sur la recherche et l'enseignement qui portent sur la chronobiologie, ainsi que sur l'actualité de cette discipline. Je vous laisse explorer le site de manière plus approfondie et compte sur vous tous pour l'alimenter régulièrement et le faire vivre longtemps !

Sophie LUMINEAU

Société Francophone de Chronobiologie
L'étude des rythmes du monde vivant

Mercredi 09 Avril 2008

Accueil | Plan du site | Contact

Accueil | La SFC | Actualités | Annonces | Bibliographie | Espace membre | Services | Liens

Recherche
dans tout le site
> recherche avancée

Bienvenue sur le site de la SFC.

La Société Francophone de Chronobiologie est heureuse de vous accueillir sur son nouveau site. Prenez le temps de naviguer pour découvrir au fil des pages la SFC, son histoire et ses activités...
...à votre rythme.

Membre? > Vous identifier

Qui sommes-nous
➔ Découvrez la Société Francophone de Chronobiologie, ses buts et activités sur les pages de présentation.

Consulter
➔ **La revue 'Rythmes'**. Découvrez la revue publiée par la SFC.
➔ **Les événements à venir**. Colloques, congrès ou émissions en rapport avec la chronobiologie...
➔ **Les annonces en ligne**. Offres d'emplois, de stages, sujets de thèses...

A la une

- ➔ **Gordon Conference Pineal Cell Biology**
La prochaine Gordon conférence sur la glande pinéale en Avril 2008
- ➔ **Dépression saisonnière et chronothérapie**
Visitez ce site professionnel...
- ➔ **40e congrès de la Société Francophone de Chronobiologie**
Le prochain congrès annuel de notre Société aura lieu à Caen en juin 2008
- ➔ **Vous êtes un chronobiologiste en post-doc ? Venez participer au prochain congrès de la SFC grâce à une bourse de voyage**
Envoyez votre dossier de candidature à une bourse de voyage de la SFC
- ➔ **Vos travaux de recherche relèvent de la chronobiologie ? Et vous avez moins de 35 ans ? Alors soumettez votre candidature au prix de la SFC Prix 2008 "Jeune Chercheur / Jeune Chercheuse" de la Société Francophone de Chronobiologie**

[Réduire le menu]

Accueil | Infos légales | Compatibilité
Copyright © Didier Durand - 2004

Comment actualiser ses coordonnées sur le site.

Si vous connaissez votre identifiant et votre mot de passe, aller dans **Espace membres** et entrer l'identifiant et votre mot de passe, puis suivre les instructions.

Si vous n'avez pas encore votre identifiant et votre mot de passe, vérifier d'abord que vous êtes bien enregistré dans l'annuaire **Annuaire des membres** et cliquer sur la lettre initiale du nom. Noter le mail sous lequel vous êtes enregistré.

Aller dans **Espace membres** et cliquer sur **Login/Mot de passe oublié?** ; on vous demande alors le mail sous lequel vous êtes enregistré, et vous recevrez alors votre identifiant et votre mot de passe.

ebrs

XI. Congress of the European Biological Rhythms Society

Strasbourg, France
August 22-28, 2009

In association with
the Japanese Society for Chronobiology

International Scientific Committee:

Paul Pévet, Chairman (Strasbourg, F), Shizufumi Ebihara (Nagoya, J), Carolina Escobar (Mexico DF, M), Russell Foster (Oxford, UK), Ken-Ichi Honma (Hokkaido, J), Andries Kalsbeek (Amsterdam, NL), David Kennaway (Adelaide, A), Horst-Werner Korf (Frankfurt/Main, G), Hitoshi Okamura (Kobe, J), François Rouyer (Gif sur Yvette, F), William Schwartz (Worcester, USA), Shigenobu Shibata (Tokyo, J), Rae Silver (New York, USA), Debra Skene (Guildford, UK), Jörg H. Stehle (Frankfurt/Main, G), Alena Sumova (Praha, Czech Republic).

Local Organising Committee:

Paul Pévet (Chairman), Patrice Bourgin, Béatrice Bothorel, Etienne Challet, Marie-Paule Felder-Schmittbuhl, David Hicks, Mireille Masson-Pévet, Valérie Simonneaux.

Information on Strasbourg: www.ot-strasbourg.com and information on Alsace: www.tourisme-alsace.com



If you are interested in participating and would like to receive more information, please contact:
Dr. P. Pévet - Department of Neurobiology of Rhythms, Institute for Cellular and Integrative Neurosciences - LC2UMR7163 CNRS and University Louis Pasteur, 5 rue Blaise Pascal, Strasbourg, France
e-mail: pvet@unistra.fr Phone: (33) 3 88 45 68 00 Fax: (33) 3 88 45 68 54.
For further information, see also: www.estr2009.org

40^{ème} Congrès de la Société Francophone de Chronobiologie

Caen les 4, 5 et 6 juin 2008



40^{ème} Congrès de la Société Francophone de Chronobiologie

Caen, les 4, 5 et 6 juin 2008



Université de Caen Basse - Normandie



Le Laboratoire

« Mobilité : Cognition et Temporalité »



Société Francophone de Chronobiologie
<http://www.sf-chronobiologie.org/>

- Comité d'organisation
- Benoît Mauvieux (MCF)
 - Professeur Damien Couvreur
 - Nicolas Basset (Chercheur)
 - Clément Bouquet (Docteurant)
 - Professeur Pierre Denise
 - Sandrine Dupont (Docteurante)
 - Antoine Guethier (MCF HDR)
 - Romain Ledocq (Docteurant)
 - Léna Lohéac (MCF)
 - Sébastien Mouton (MCF)
 - Geïlle Queux (MCF)
 - Docteur Bruno Sappin



Chers amis, Chers collègues,

Au nom du comité d'organisation du 40^{ème} Congrès de la Société Francophone de Chronobiologie, vous êtes invités à nous rejoindre à l'Université de Caen Basse-Normandie les 4, 5 et 6 juin 2008 pour notre congrès annuel qui se tiendra dans l'Amphithéâtre André Poincaré et la Salle Aula Magna – Campus I.

Comme pour tous les congrès de notre société, nous voulons qu'il soit le reflet de la diversité des approches relatives à l'étude des rythmes biologiques, qu'elle soit fondamentale ou appliquée.

La petite coloration thématique de cette année sera cependant centrée, en relation avec la production locale, sur les liens entre la chronobiologie et l'activité physique. De ce fait, la conférence plénière sera animée par une personnalité marquante de ce secteur. Nous aimerions aussi qu'un point soit fait autour de la rythmicité biologique et du travail posté.

Dès aujourd'hui nous vous invitons à vous inscrire (clôture des inscriptions le 15 avril 2008) et à nous soumettre les résumés de vos communications orales ou affichées en consultant notre site :

<http://www.unicaen.fr/unicaen/congres-chronobiologie>

De plus, cette année, plusieurs prix seront attribués : Prix du jeune chercheur, de la meilleure communication orale et affichée, bourse de voyage permettant à un étudiant post-doctorant actuellement à l'étranger de venir présenter ses travaux et une autre bourse de voyage exceptionnelle attribuée par la SFC sera aussi offerte pour une femme chercheur francophone travaillant à l'étranger. Nous vous invitons donc à diffuser largement cette information.

En attendant cet événement, notre site web vous permettra de vous tenir informé du programme du congrès, des intervenants et de toutes autres informations utiles avant votre venue.

Nous vous attendons nombreux à Caen en Juin prochain !

Pour le Comité d'organisation, Benoit Mauvieux

Contact : Benoit Mauvieux - Comité d'organisation du 40^{ème} Congrès de la Société Francophone de Chronobiologie - Caen 2008
 UFR STAPS de Caen - Université de Basse Normandie Campus II - 2 Bd Maréchal Juin, 14032 Caen Cedex.

☎ : 02.31.56.72.84

✉ : cfo.caen-2008@unicaen.fr

(site web) <http://www.unicaen.fr/unicaen/congres-chronobiologie>



EFFET DE L'OBSCURITE CONTINUE SUR LE RYTHME LOCOMOTEUR DE TALITRUS SALTATOR (CRUSTACÉ, AMPHIPODE) ISSU DE DEUX POPULATIONS TUNISIENNES

A. AYARI^a, D. BOHLI^a, E. MORGAN^b & K. NASRI-AMMAR^a

a. Unité de recherche « Biologie Animale et Systématique Évolutive », Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire de Tunis El Manar I, Tunis, TUNISIE.

b. School of Biosciences, The University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham, ENGLAND.

ayari_amel13@yahoo.fr

Résumé

Le rythme de l'activité locomotrice des individus de *Talitrus saltator* a été expérimentalement étudié au niveau de deux plages géo-morphologiquement différentes situées sur la côte ouest du golfe de Tunis : flèche de Kalaat Landalous (KA) et nouvelle embouchure de Oued Medjerda (OM). Cet Amphipode supra littoral représente un excellent bioindicateur de la stabilité des plages et des dunes côtières.

Trente individus ont été collectés puis placés dans une enceinte climatique durant 15 jours en obscurité continue et dans des conditions constantes de température et d'humidité. L'analyse des actogrammes en double plot ainsi que les courbes d'activité moyenne par heure et par jour ont permis de mettre en évidence la phénologie du rythme locomoteur des individus testés. En effet, chez les deux populations, les profils obtenus sont plutôt de type plurimodal (>60%). De plus, les analyses par Périodogramme ont permis de définir un rythme circadien dont la période endogène est supérieure à 24 heures ($\tau_{KA} = 24h53' \pm 56'$ et $\tau_{OM} = 24h35' \pm 40'$) avec une composante circatidale proche de 12 heures ($\tau_{KA} = 13h56' \pm 15'$ et $\tau_{OM} = 12h17' \pm 24'$). Les deux périodes circadienne et circatidale du rythme locomoteur sont mieux définies chez les individus de la population de Oued Medjerda. Des différences hautement significatives, entre les deux populations, ont été révélées aussi bien au niveau de la durée de la période circatidale que du taux de mortalité.

Ces résultats sont interprétés en rapport avec les adaptations du rythme locomoteur de cette espèce en fonction des conditions environnementales.

Mots clés : *Talitrus saltator*, Horloge endogène, Adaptations du rythme locomoteur, plages tunisiennes.

Introduction

Le Talitridé supra littoral, *Talitrus saltator* (Montagu, 1808) a fait l'objet de plusieurs recherches de point de vue comportemental. L'étude de l'activité locomotrice a montré qu'elle présente une composante endogène de nature circadienne qui persiste dans des conditions constantes d'éclairage et de température, et dont le principal synchroniseur est le cycle lumière-obscurité (Bregazzi & Naylor, 1972).

Ce crustacé est détritivore, nocturne et terricole. Au crépuscule, les animaux vivants sur les côtes méditerranéennes se déplacent vers les dunes et reviennent auprès de la ligne de rivage à l'aube où ils creusent leurs terriers dans le sable humide (Geppetti & Tongiorgi, 1967 ; Scapini et al., 1997). En Tunisie, cette espèce est relativement abondante au niveau des côtes et elle peut être localement abondante même au niveau des plages polluées ou érodées. Elle participe par conséquent, d'une manière significative, à la compréhension des effets des changements des conditions environnementales sur leur rythme locomoteur (in Scapini et al., 2002) ainsi qu'à la dynamique des écosystèmes côtiers (Scapini, 2003).



Le comportement est le phénotype le plus variable chez les animaux, conventionnellement, il est considéré comme le résultat de l'état interne de l'animal suite au changement de l'environnement (Morgan,

(Suite page 7)

(Suite de la page 6)

2004). Ainsi, le comportement locomoteur de *Talitrus saltator* a été étudié au niveau de plusieurs plages tunisiennes telles que la plage de Korba (Nasri-Ammar & Morgan, 2005), la plage de Bizerte (Ayari

qui constitue l'habitat de notre espèce, a été très entassé, contrairement à celui de la plage [OM] qui est moins fréquentée. Les animaux collectés à main nue ont été placés dans des boîtes en polystyrène contenant du sable humide, puis, ils ont été transportés le plus rapidement possible au laboratoire.

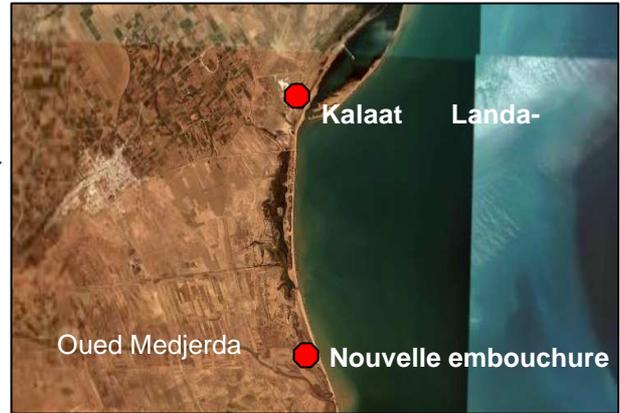
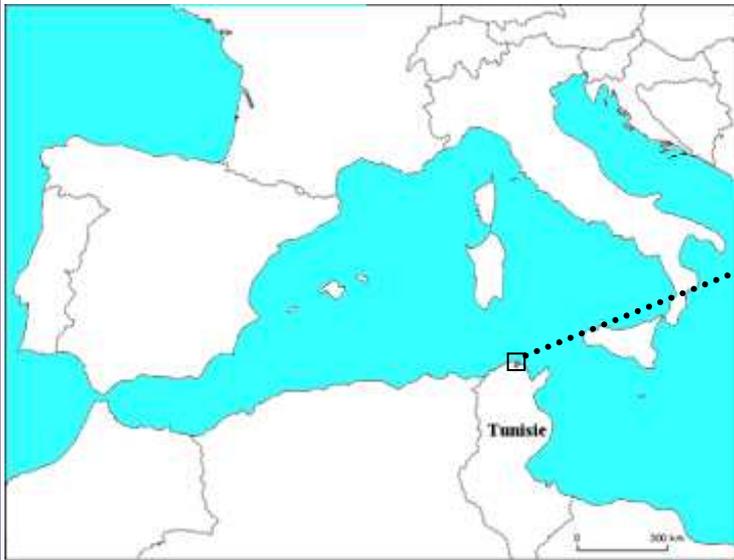


Figure 1 : Localisation des sites de collecte.

& Nasri Ammar, 2006 sous presse) et la plage de Zouarâa (Bohli et al., 2006).

Afin d'estimer la variation de la phénologie du rythme locomoteur chez cette espèce, nous avons analysé ce comportement au niveau de deux plages géo-morphologiquement différentes situées sur la côte ouest du golfe de Tunis.

Matériels et méthode

Talitrus saltator se rencontre le long des plages sableuses. Il est caractérisé par une large distribution mondiale le long des côtes méditerranéennes et de l'Atlantique orientale de l'Europe septentrionale.

Cette espèce s'abrite, pendant le jour, dans des terriers semi permanents dont la profondeur varie de 20 à 30 cm afin d'éviter la dessiccation (Williams, 1995).

La collecte est effectuée au mois de décembre au niveau de deux plages géo-morphologiquement différentes (Fig.1): la plage de Kalaat landalous [KA] (37° 4,29' 88" N ; 10° 10,44' 27" E) et celle de la nouvelle embouchure de Oued Medjerda [OM] (37° 1,5' 79" N ; 10° 11,13' 49" E). La première plage, relativement épargnée de l'érosion marine grâce à la présence de la flèche, est distante de 6,3 Km de la 2^{ème} plage qui est non protégée ; en effet, celle-ci est exposée aux crues de l'oued ainsi qu'aux apports sédimentaires qui sont variables (Oueslati, 2006).

Par ailleurs, le jour de la collecte nous avons constaté qu'au niveau de la plage de [KA] l'action anthropique est très importante de telle sorte que le sable,

Les individus adultes (N=30) ont été transférés individuellement dans des actographes. Ces derniers sont placés dans une enceinte climatique qui permet de contrôler aussi bien la température que la photopériode. Cet actographe consiste en une boîte cylindrique de 9.5 cm de hauteur et de 11 cm de diamètre. Cette chambre est remplie à 2 cm de sable du site de collecte. Des rondelles de carottes sont ajoutées au milieu en guise de nourriture. L'activité est enregistrée, chaque 20 minutes : à chaque fois que l'animal interrompt le rayon infrarouge qui passe au dessus de la plate forme. Chacun des 30 actographes est relié à deux data-loggers munis chacun de 16 potentiomètres connectés en permanence à deux ordinateurs (School of biosciences, Université de Birmingham, UK).

Les individus de *Talitrus saltator* ont été maintenus sous une température constante de 18.0±0.5° C. Durant cette expérience, ces spécimens ont été maintenus en obscurité continue.

La visualisation des données est affichée sous forme d'actogramme en double plot représentant les déplacements effectués par les animaux durant 20 minutes. Ces données sont par la suite traitées par le Periodogramme (Whittaker & Robinson, 1924 ; Girling, 1995) en utilisant le programme TIME SERIES qui donne des courbes à partir du rapport de corrélation en fonction de la période avec trois seuils de significativité : 0.1, 0.05 et 0.01. La période est statistiquement significative lorsque le pic du périodogramme dépasse le seuil de 0.01%.

(Suite page 8)

Paramètres	Kalaat landalous	Oued Medjerda	Test Wilcoxon	Test χ^2
Effectifs	30	30	---	---
Mortalité (%)	36,6 (11)	3,4 (1)	---	p < 0,01
Rythmicité circadienne (%)	76,6	93	---	NS
Rythmicité circatidale (%)	20	24	---	NS
Période circatidale \pm e.t	13h56' \pm 15' (6)	12h17' \pm 21' (7)	p < 0,01	---
Période circadienne \pm e.t	24h53' \pm 56' (23)	24h35' \pm 40' (28)	NS	---
SNR \pm e.t	0,257 \pm 0,185 (23)	0,313 \pm 0,195 (28)	NS	---
Temps d'activité $\alpha \pm$ e.t	390,15' \pm 153,08'	419,04' \pm 153,08'	NS	---

Tableau 1 : Paramètres de caractérisation du rythme locomoteur de *Talitrus saltator* au niveau de deux plages géo morphologiquement différentes : Kalaat landalous et Nouvelle embouchure de Oued Medjerda (SNR= signal to noise ratio; e.t =écart-type ; (N)= effectif).

(Suite de la page 7)

De plus, des courbes d'activité locomotrice moyenne par heure et par jour sont établies permettant une meilleure interprétation du rythme locomoteur.

Enfin, les tests statistiques χ^2 et Wilcoxon ont été utilisés pour comparer, respectivement, les pourcentages (Mortalité, rythmicité) et les moyennes obtenues (Périodes circadienne et circatidale, signal to noise ratio (SNR), temps moyen d'activité) des deux populations étudiées.

Résultats

Globalement, l'analyse de la totalité des résultats obtenus au niveau des deux populations de [KA] et [OM] a montré beaucoup plus de similitudes que de différences.

A la fin de cette expérience, un seul individu parmi 30 a été retrouvé mort chez la population de [OM] alors que pour celle de [KA] le pourcentage de mortalité est plus élevé (11/30 individus) ; il est égal à 36,6%. L'analyse statistique par le test χ^2 a révélé une différence hautement significative (voir Tab.1).

Généralement, la rythmicité circadienne (>75%) est plus marquée que la rythmicité circatidale (<25%); Cependant, aucune différence significative n'a été révélée par le test χ^2 (voir Tab.1).

En obscurité continue, les courbes d'activité moyenne/heure/jour du rythme locomoteur de *Talitrus saltator* présentent essentiellement des profils plurimodaux. Par conséquent, les profils uni et bimodaux n'excèdent pas 20% (Fig. 2).

Comme le montre l'actogramme-type (Fig. 3A₁) obtenu en condition d'obscurité permanente, durant la première semaine de l'expérience, l'activité locomotrice est fragmentée ; elle s'étale au delà de la nuit subjective. Vers le 8^{ième} jour, le profil d'activité décrit

une dérive à droite. L'activité locomotrice moyenne/heure/ jour montre un profil plurimodal dont les pics d'activité restent confinés durant la nuit subjective (Fig. 3A₂).

Au niveau de certains actogrammes, malgré un arrêt de l'activité observé (J₁₁-J₁₂) (figure 3B₁) le confinement de l'activité durant la nuit subjective (Fig. 3B₂) est maintenu jusqu'à la fin de l'expérience.

Par ailleurs, l'analyse mathématique par périodogramme a révélé l'existence d'une période circa-

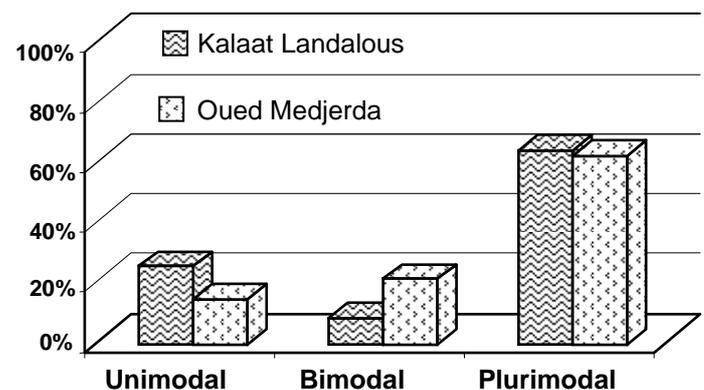


Figure 2 : Description des pourcentages des différents types des profils d'activité en condition de libre cours.

dienne avec une composante circatidale en condition de libre cours chez les deux populations. Ces périodes, circadienne et circatidale, sont égales respectivement à $\tau_{KA} = 24h53' \pm 0h56'$, $\tau_{OM} = 24h35' \pm 0h40'$ et $\tau_{KA} = 13h56' \pm 0h15'$, $\tau_{OM} = 12h17' \pm 0h24'$. Les analyses statistiques par le test de Wilcoxon ont révélé une différence hautement significative entre

(Suite page 9)

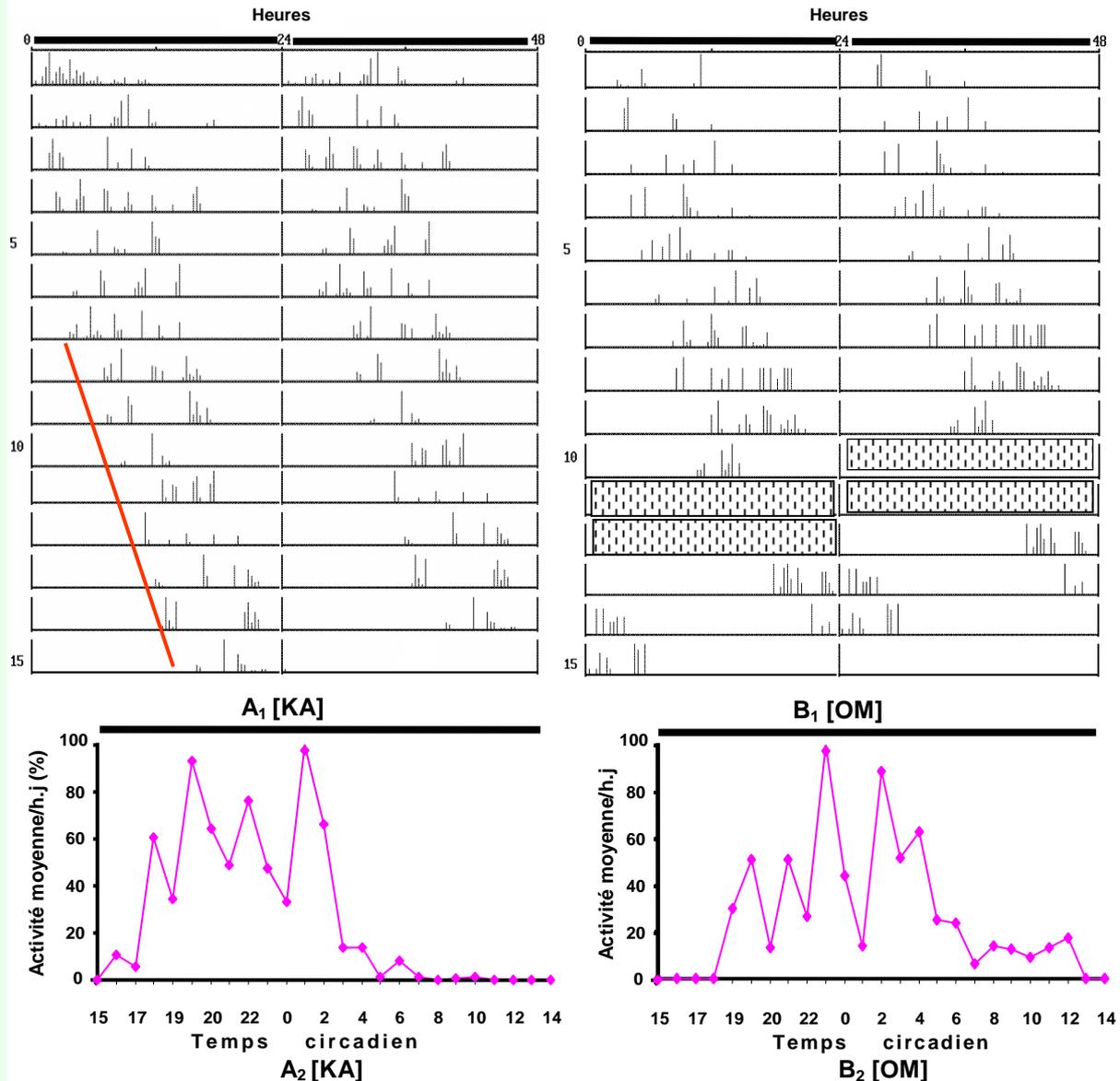


Figure 3 : Actogrammes en double plot de *Talitrus saltator* (A_1 ; B_1). (A_2) et (B_2) représentent les courbes d'activité moyenne /h/j sous les conditions de libre cours. L'espace en pointillé représente l'arrêt de l'activité. Le trait oblique représente la pente de dérive de l'activité locomotrice

(Suite de la page 8)

les périodes circatidales obtenues (voir Tab.1).

Concernant la précision du rythme, les valeurs obtenues du SNR ou signal to noise ratio ont montré que le rythme est mieux défini chez la population de [OM] dont la moyenne du SNR est égale à $0,313 \pm 0,195$. Cependant, l'analyse statistique entre les SNR de [OM] et [KA] n'a révélé aucune différence significative (voir Tab.1).

Chez notre espèce *Talitrus saltator*, les temps moyens d'activité chez les deux populations [KA] et [OM] sont respectivement égaux à $\alpha = 390,15' \pm 153,08'$ et $\alpha = 419,04' \pm 153,08'$ et bien qu'il soit nettement plus élevé au niveau de la population de [OM], la différence statistique révélée est non signi-

ficative (voir Tab.1).

De plus, l'étude de la dépendance du rapport temps d'activité / temps de repos (α/p) par rapport à la période circadienne a montré que chez la population de [KA], plus les périodes sont longues plus les temps d'activité sont importants contrairement à la plage de [OM] (Fig. 4).

L'étude au laboratoire du rythme locomoteur de l'Amphipode *Talitrus saltator* en obscurité continue a permis de mettre en évidence une activité locomotrice décrite aussi bien grâce aux actogrammes qu'aux courbes d'activité moyenne. Les principales activités de cette espèce (activité de creusement,

(Suite page 10)

(Suite de la page 9)

recherche de nourriture) sont presque exclusivement accomplies durant la nuit lorsque le taux d'humidité est assez élevé (Williamson, 1951 ; Geppetti & Tongiorgi, 1967 ; Karlbrink, 1969 ; Scapini et al., 1992 ; Borgioli et al.; 1999).

L'analyse par Périodogramme a révélé l'existence d'un rythme d'origine endogène avec deux composantes, circadienne et circatidale, au niveau des deux populations étudiées [KA, OM]. Elles sont res-

ques qui varie en fonction des saisons, Nardi et al. (2003) et Nasri & Morgan (2006) ont démontré respectivement sur des populations italiennes et tunisiennes (Barkoukech, région de Tabarka) que le taux de rythmicité le plus bas est obtenu en automne. En fait, les taux de rythmicité (R%) circadienne [$R_{KA}(\%)=76,6$ et $R_{OM}(\%)=93$] obtenus au niveau des deux plages, Kalaat landalous et la nouvelle embouchure de Oued Medjerda, sont nettement supérieurs aux taux de rythmicité circatidale [$R_{KA}(\%)=20$ et $R_{OM}(\%)=24$].

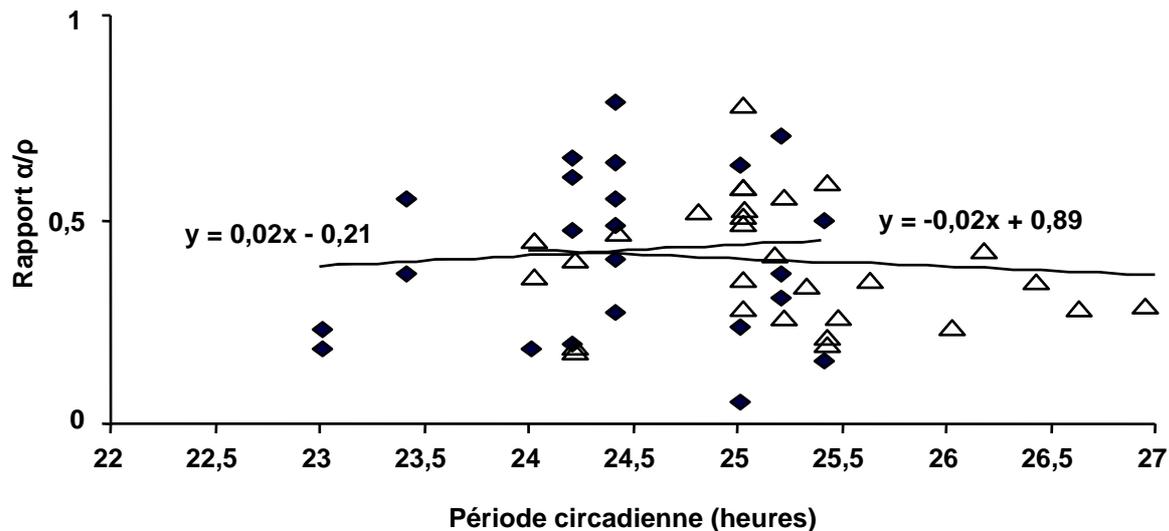


Figure 4 : Dépendance du rapport temps d'activité (α) / temps de repos (ρ) par rapport à la période circadienne.

pectivement supérieures ou égales à 24 heures et à 12 heures. L'existence de cette composante circatidale a une signification adaptative comme l'a suggéré Morgan (1991) : en changeant de terriers les animaux éviteraient l'immersion par les eaux des marées hautes. Cette composante a été mise en évidence malgré une zone de balancement de marée non significative. Bregazzi & Naylor (1972) et Williams (1980) n'ont mis en évidence qu'une composante circadienne au niveau du rythme locomoteur de *Talitrus saltator* provenant des populations britanniques.

Scapini (1999) a montré qu'une espèce ou une population peut être mieux prédisposée que d'autres pour affronter des brusques variations des milieux. Ainsi, un milieu stable pour une espèce peut donc être instable pour une autre espèce ou population. En effet, la dynamique et la stabilité des plages sont sous l'influence de plusieurs facteurs tels que la situation géo-morphologique des deux sites étudiés et l'action anthropique comme l'activité balnéaire intense et la pêche. Par conséquent, le taux de mortalité est significativement plus important au niveau de la station de Kalaat landalous. Ce résultat est probablement en rapport avec l'action anthropique notamment celle des pêcheurs qui est très accentuée.

En ce qui concerne le nombre des individus périodi-

Par ailleurs, l'étude de la dépendance du rapport temps d'activité (α) temps de repos (ρ) par rapport à la période circadienne a montré, que contrairement à la plage de [OM], au niveau de la plage de [KA], plus les périodes sont longues plus les temps d'activité sont importants. Ce résultat suggère que la plage de Kalaat landalous est plus stable et plus adéquate au comportement terricole de cette espèce. En effet, la variation du comportement est le résultat de la non adaptation optimale, comme dans le cas du changement des conditions de l'environnement; cette variation du comportement locomoteur peut être utilisée pour estimer le degré de stabilité de la plage en tant qu'écosystème (Nardi & Morgan, 2002).

De plus, les résultats mentionnés au niveau du tableau 1 présentent des écarts types très élevés par rapport aux moyennes (exemple : $a_{[KA]} = 390,15' \pm 153,08'$; $a_{[OM]} = 419,04' \pm 153,08'$). Mettant ainsi en évidence une variabilité interindividuelle très importante. Cette variabilité due à l'absence du synchroniseur, est probablement d'origine génétique comme l'a suggéré Emerey et al. (1994) chez *Drosophila melanogaster*.

D'autres enregistrements sont en cours afin d'étu-

(Suite page 11)

(Suite de la page 10)

dier la variabilité saisonnière du rythme locomoteur de *Talitrus saltator* au niveau de ces deux plages géo-morphologiquement différentes. Par ailleurs, afin de caractériser le comportement locomoteur de cette espèce en conditions d'entraînement, il serait intéressant de mettre en évidence l'importance du cycle lumière/obscurité qui est un puissant synchroniseur du rythme de l'activité locomotrice chez plusieurs espèces (Bregazzi & Naylor, 1972 ; Williams, 1980 ; Nasri-Ammar & Morgan, 2005).

Remerciements

Cette étude a été financée par le projet euro-méditerranéen WADI (INCO-CT2005-015226).

Références bibliographiques

Ayari A. & Nasri-Ammar K., 2006. Etude expérimentale Comparative du rythme locomoteur de deux amphipodes supralittoraux sympatriques de la plage de Bizerte



(Tunisie) : *Talitrus saltator* & *Talorchestia deshayesii*. Société zoologique de France. (sous presse)

- Borgioli C., Martelli L., Porri F., D'Elia A., Marchetti G.M. & Scapini F., 1999. Orientation in *Talitrus saltator* (Montagu): trends in intrapopulation variability related to environmental and intrinsic factors. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*, 238: 29-47.
- Bohli D., Morgan E., Charfi-Cheikhrouha F. & NASRI-AMMAR K., 2006. Étude de l'activité locomotrice chez *Talitrus saltator* (Crustacea, Amphipoda) issu de la plage de Zouarâa (Tunisie). *MEDCORE project, International Conference. Proceeding volume: 209-219*.
- Bregazzi P.K. & Naylor E., 1972. The locomotor activity rhythm of *Talitrus saltator* (Montagu) (Crustacea, Amphipoda). *J. Exp. Biol.*, 57: 375-391.
- Emery P.T.J., Morgan E. & Birley A.J., 1994. An investigation of natural genetic variation in the circadian system of *Drosophila melanogaster*. Rhythm Characteristic and methods of quantification. *Chronobiology international*, 11(2): 72-84.
- Geppetti L. & Tongiorgi L., 1967. Nocturnal migration of *Talitrus saltator* (Montagu) (Crustacea: Amphipoda). *Monitore zoologico italiano (NS)*, 1: 37-40.

- Girling A.J., 1995. Periodograms and spectral Estimates for Rhythms Data. *Biological Rhythm Research*, 26 (2): 149-172.
- Karlbrink F., 1969. Distribution and dispersal of Talitridae (Amphipoda) in southern Sweden. *oikos*, 20: 327-334.
- Morgan E., 1991. An appraisal of Tidal Activity Rhythms. *Chronobiology International*, 8: 4: 283-306.
- Morgan E., 2004. Ecological significance of biological clocks. *Biological Rhythm Research*, 35: 3-12.
- Nardi M. & Morgan E., 2002. Behavioural changes as indicators of beach stability: Variation in the period of the biological clock. *MECO Project, Recherche de base pour une gestion durable des écosystèmes sensibles côtiers de la méditerranée*, 148-153.
- Nardi M., Morgan E. & Scapini F., 2003. Seasonal variation in the free-running period in two *Talitrus saltator* populations from Italian beaches differing in morphodynamics and human disturbances. *Estuarine, coastal and shelf science*, 58S: 199-206.
- Nasri-Ammar K. & Morgan E. 2005. Variation saisonnière du rythme de l'activité locomotrice de *Talitrus saltator* issu de la plage de Korba (Cap Bon, Tunisie). *Bulletin de la société zoologique de France* 130 (1): 19-29.

Nasri Ammar K. & Morgan E., 2006. Seasonality of the endogenous activity rhythm in *Talitrus saltator* (Montagu) from a sandy beach in northeastern Tunisia. *Biological Rhythm Research*, 37 (6): 479-488.

Oueslati A., 2002. Le cadre géomorphologique : épargner aux plages le danger de l'érosion marine. *MECO Project, Recherche de base pour une gestion durable des écosystèmes sensibles côtiers de la méditerranée*, 25-29.

Scapini F., Chelazzi L., Colombini I. & Fallaci M., 1992. Surface activity, zonation and migration of *Talitrus saltator* on a Mediterranean beach. *Mar. Biol.*, 112: 573-581.

Scapini F., 1997. Variation in scototaxis and orientation adaptation of *Talitrus saltator* populations subjected to different ecological constraints. *Estuarine, coastal and Shelf Science*, 44: 139-146.

- Scapini F., 1999. Tendances tidales et ajustement des systèmes d'orientation chez les talitres. Elément d'éthologie cognitive, *Hermes Science Publications*, 426 pages.
- Scapini F., 2003. Beaches-What Future? An integrated approach to the ecology of sand beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 58S : 1-3.
- Whittaker E.T. & Robinson G., 1924. The calculus of observations edition (IV ed., 1966). London: Blackie, 397 p.
- Williams J.A., 1980. Environmental Influence on the locomotor activity rhythm of *Talitrus saltator* (Crustacea, Amphipoda). *Marine Biology*, 57: 7-16.
- Williams J.A., 1995. Burrowing-zone distribution of the supra littoral Amphipod *Talitrus saltator* on Derbyhaven beach, Isle of Man: a possible mechanism for regulating desiccation stress? *J. Crus. Biol.* 15(3): 466-475.
- Williamson D.I., 1951. Studies on the biology of Talitridae (Crustacea: Amphipoda): Visual orientation in *Talitrus saltator*. *J. Mar. Biol. Ass., UK.*, 30: 91-99.

Phénoflore - Rapport d'activités pour l'année 2007.

Jacques Périgaud

10, passage ruisseau Ménilmontant
75020 Paris

<http://phenoflore.info>

A la fin de l'année 1999, ayant constaté que nos connaissances sur la phénologie des plantes herbacées étaient bien minces en ces périodes de changement climatique, le directeur du service des cultures de l'époque, Monsieur Yves-Marie Allain, et moi-même décidions d'élaborer un calendrier des floraisons.

1 - Activités.

§ - Observations.

Depuis huit ans, le projet Phénoflore assure les observations utiles à la constitution d'une base de données nationale. Chaque année plusieurs milliers d'épanouissements floraux sont notés au Jardin des Plantes de Paris. Pour l'année 2007, le nombre d'observations s'élève à 3297. Ces données sont transmises depuis l'année 2006 au GDR 29689 du CNRS.

§ - Analyse conceptuelle.

L'observation ne suffit pas. Il convient d'extraire quelques connaissances pour tenter si ce n'est d'expliquer du moins de représenter au mieux la dynamique du fleurissement. L'extraction des connaissances repose d'abord sur l'observation d'événements facilement repérables pour ensuite poser si possible une définition opératoire. A ce jour deux modes d'analyse ont été utilisés : l'analyse synchronique et l'analyse diachronique.

Les premières tentatives de classification ont mis en évidence certaines plantes fleurissant au jardin à date fixe, par exemple le safran, *Crocus sativus* All., floraison à la 42^e semaine. Autre constatation, certaines plantes fleurissent toujours ensemble, et ce quels que soient les années et les aléas climatiques qui les accompagnent. Ce fait porte le nom de Cohorte.

Assez tôt, la notion de *Cohorte* a décrit un aspect du fleurissement observé sous l'angle du synchronisme. Une *Cohorte* désigne donc un ensemble de floraisons dont l'épanouissement a lieu quasi simultanément et ce quelle que soit l'année. C'est donc une structure stable du fleurissement. Cette notion

est utile aux jardiniers, aux paysagistes, à l'aménagement d'autoroutes où il convient là comme ailleurs d'étaler la surcharge pollinique pour atténuer le risque d'allergie.

La seconde notion, celle de *Suite*, est apparue comme nécessaire en complément de la notion de cohorte. Une *Suite* décrit les floraisons d'un point de vue diachronique. Elle désigne tout ensemble de taxa fleurissant à des dates différentes, mais toujours selon la même tendance « hâtive / tardive », avançant ou retardant leur date de floraison par rapport à la moyenne. Là encore, il s'agit d'une structure stable. Ainsi, en connaissant la date de floraison d'un taxon au tout début d'un cycle, en avance ou en retard par rapport à sa moyenne, nous connaissons la tendance de toutes les floraisons constituant la suite considérée. En prenant connaissance d'une floraison en mars, nous sommes capables de prédire les suivantes, et ce jusqu'en fin d'année.

Le fait de pouvoir prédire la modalité d'une floraison de manière indépendante des aléas climatiques à venir signifie que si le climat intervient, il le fait avant le cycle en cours, c'est-à-dire l'année précédente, avant, pendant, ou après l'induction florale. Dans les deux cas, *Cohorte* ou *Suite*, une question se pose donc, celle de savoir à quel moment s'effectue la prise d'informations climatiques suscep-

tible de commander la date d'épanouissement. Cette question se pose constamment en jardinage et horticulture. Mais là, l'artefact du jardinage sur le cycle végétal vient parfois perturber la nature : semis à contre saison, forçage sous châssis, culture en serre froide, et cetera.

On peut imaginer qu'il existerait une mise en mémoire d'informations

climatiques décisives pour le déclenchement de l'épanouissement floral au cours du cycle suivant. L'horloge serait donc réglée sur un mode de mémoire longue. La notion de *Suite* témoignerait en faveur de l'existence d'une *mémoire à long terme*. Mais comment le prouver ? C'est une véritable pro-

(Suite page 13)



(Suite de la page 12)

blématique pour la phénologie, si cette dernière veut écrire des modèles capables de prévisions.

Si la notion de *Cohorte* repose sur la comparaison de deux chroniques de données immédiates aboutissant à leur similitude, la notion de *Suite* exige une transformation de la chronique des données afin de passer du *profil singulier* à un *profil universel* : $\exists \Rightarrow \forall$. Dans ce cas, c'est moins la date de floraison qui importe que le comportement phénologique dans le temps exprimé sous forme d'un profil booléen. Ainsi, toutes les plantes présentant un profil identique se retrouvent au sein d'une seule classe d'appartenance. Ceci exige un recodage de l'information par rapport à la moyenne spécifique de chaque taxon. Si la valeur d'une année est égale à la moyenne, elle sera recodée comme égale à zéro. Si cette valeur dépasse la moyenne, elle sera recodée comme égale à +1. Dans le cas contraire, elle sera recodée comme égale à -1. Le profil obtenu prend alors le nom de *Chronogramme*. Le Chronogramme n'est autre que le recodage d'une variable centrée sur sa moyenne.

Comme nous l'avons dit, un tel recodage multivalué, $\{-1, 0, +1\}$, présente l'avantage de *calculer un protocole d'observation complet*. Ainsi, la connaissance de la date d'épanouissement de la plante la plus précoce dans le calendrier permet de déterminer immédiatement l'ensemble des floraisons à venir d'une suite connue. C'est un gain considérable pour anticiper un calendrier des floraisons sur l'ensemble d'une année.

Le chronogramme permet également de poser un protocole d'observations phénologiques qui soit complet, c'est-à-dire reposant sur un ensemble de plantes exprimant des tendances inverses et complémentaires.

Pour cela, on considère un *Chronogramme* « C ». On calcule ensuite sa négation par opération booléenne : $-1 \Rightarrow +1$; $0 \Rightarrow 0$; $+1 \Rightarrow -1$. On obtient ainsi « non C », noté « nC ». Ensuite, on réécrit les Chronogrammes « C » et « nC » en inversant l'ordre des valeurs. On obtient de la sorte *les réciproques* de « C » et de « nC » soit « rC » et « rnC ».

Il ne reste plus qu'à rechercher dans la liste des Chronogrammes, les plantes correspondantes à chaque expression, pour avoir un plan complet d'observations par rapport à un taxon initial. Le fait

de raisonner sur des plantes adoptant des comportements contraires les une aux autres permet une classification raisonnée par rapport à une *problématique* phénologique.

S - Analyse quantitative.

Après huit années d'enregistrements, soit 20.000 observations, les premières investigations quantitatives débutent enfin. Ainsi fut mis en évidence la *dérive du fleurissement* que l'on attribuera à une tendance climatique évoluant vers le réchauffement.



Sur les 8000 plantes présentes dans la base de données, 4412 ont pu faire l'objet cette année d'une première étude. Pour chaque taxon, cette étude a divisé la *Chronique des relevés* en deux périodes égales, P1 & P2, dont on calcule ensuite les moyennes respectives, m1 & m2. Chaque taxon ainsi défini est projeté dans l'espace P1 * P2 valué par m1 & m2. On

obtient de la sorte une image des changements observables dans le calendrier des floraisons. On note que :

- 4 % des plantes n'ont rien changé dans leur date de floraison, se situant alors sur la diagonale du graphe ;
- 96 % auraient modifié leur date de floraison ;
- 63 % des taxa observés accuseraient un retard de l'épanouissement floral, ce qui indiquerait un réchauffement hivernal avec une vernalisation difficile ;
- 33 % des taxa observés manifesteraient une tendance à hâter leur épanouissement floral.

En résumé, Phénoflore est un programme d'observations des floraisons, mais pas seulement. L'analyse du calendrier tente d'extraire des événements remarquables pouvant décrire le fleurissement tant dans l'espaces des espèces que dans l'espace temporel. L'esprit de Phénoflore n'est pas d'expliquer au sens causal l'expression d'un taxon soumis aux aléas climatiques, mais de mettre en correspondance des faits du calendrier. Autrement dit, il s'agit de trouver les rouages phénoménologiques d'un écosystème appréhendé comme une vaste horloge naturelle.

(Suite page 14)

(Suite de la page 13)

S - Autres participations.

Chaque semaine, les observations sont mises en ligne sur le site web Phénoflore, véritable carnet de notes du jardin mis à la disposition de tous. En 2007, Phénoflore a enregistré plus de 52.000 consultations venant pour moitié des pays francophones. Certains laboratoires de recherche consultent régulièrement le site. Par ailleurs, une lettre d'information hebdomadaire est envoyée aux abonnés de la liste de diffusion (50 au nombre). Cette liste regroupe des chercheurs, des paysagistes, des médecins, des jardiniers, et quelques amateurs des jardins partagés parisiens.

Phénoflore participe aussi à un programme de protection des papillons à Paris à travers le réseau des jardins partagés. La création d'un espace fleuri réservé aux insectes a fait l'objet en 2007 de deux

visites filmées par des journalistes indépendants et une chaîne de télévision.

Par ailleurs, Phénoflore a fourni des informations à une étudiante pour la rédaction d'une brochure à l'attention des paysagistes aménageant les bordures d'autoroutes. Des conseils en jardinage sont formulés aux lycéens du V^e arrondissement de Paris, aux élèves des écoles, aux animateurs de centres de jeunesse du XX^e arrondissement de Paris.

Enfin, dans le domaine des allergies, Phénoflore commence à étudier le rapport existant entre les épiaisons des *Poaceae* à Paris et le pic du nuage de pollens susceptible d'engendrer un risque élevé d'allergie.

Phénoflore participe aussi à un groupe de réflexions sur les décisions éventuelles à mettre en place pour l'aménagement durable de la ville.

Prix et bourses de la SFC

Prix 2008 "Jeune Chercheur / Jeune Chercheuse"

La Société Francophone de Chronobiologie attribue chaque année un prix "Jeune Chercheur / Jeune Chercheuse" d'un montant de 1500 €. Ce prix est accordé sur la base de travaux scientifiques de haut niveau dans le domaine des rythmes biologiques.

Conditions d'attribution

Le prix sera attribué à un chercheur ou une chercheuse de moins de 35 ans révolus, d'expression française.

Le ou la lauréat(e) s'engage à rédiger un article dans sa spécialité pour le journal RYTHMES.

Le prix 2008 sera attribué à l'occasion du 40^{ème} Congrès de la Société Francophone de Chronobiologie qui se déroulera à Caen en juin 2008.

Bourses de voyage

La Société Francophone de Chronobiologie attribuera cette année des bourses de voyage à **des jeunes chercheurs ou chercheuses francophones en séjour post-doctoral à l'étranger**, pour venir présenter en personne leurs travaux au congrès annuel de la Société Francophone de Chronobiologie.

Les bourses de voyage n'excéderont pas 1 000 €. Le choix sera fait par une commission d'évaluation sur la base de travaux scientifiques de haut niveau dans le domaine des rythmes biologiques.

Etienne CHALLET, Secrétaire Général de la SFC
Laboratoire de Neurobiologie des Rythmes
 CNRS UMR7168/LC2, Université Louis Pasteur
 5 rue Blaise Pascal, 67084 STRASBOURG Cedex
 Tel: 03.88.45.66.93; Fax: 03.88.45.66.54
 e-mail: challet@neurochem.u-strasbg.fr

Composition des dossiers à adresser au plus tard le 15 avril 2008 à Etienne Challet

Chaque dossier de candidature sera fourni en 6 exemplaires et comprendra :

- un *curriculum vitae* avec photo;
- une page résumant les travaux principaux;
- une description des résultats et perspectives en un maximum de 10 pages, références comprises pour les dossiers du prix « Jeune Chercheur/Chercheuse »
- un résumé de la présentation prévue pour les dossiers « bourses de voyage »;
- une liste des publications scientifiques;
- éventuellement, une lettre de présentation du Directeur du laboratoire.

Nota: la commission d'évaluation se réserve le droit de ne pas attribuer le prix si aucun dossier n'atteint le niveau escompté.

FLUCTUATIONS JOURNALIÈRES DES FACTEURS DE PERFORMANCE EN CYCLISME



S Moussay, N Bessot, A Gauthier, B Sesboüé et D Davenne

UPRES EA 3917 Mobilités : cognition et temporalité.
CHU - Caen côte de Nacre,
14033 Caen Cedex

Résumé

L'heure de la journée constitue un facteur d'influence majeure sur les conditions de réalisation d'un exercice. En effet, la majorité des performances motrices impliquant un niveau d'engagement physique important sont optimisées en fin d'après-midi (Baxter et Reilly, 1983). Au sein de notre équipe de recherche, l'activité cyclisme a régulièrement été l'objet d'études visant à quantifier les variations diurnes de la performance sportive et à en identifier les origines (Moussay et al., 2002a; Moussay et al., 2002b; Moussay et al., 2003; Bessot et al., 2006a; Bessot et al., 2006b). L'objectif de ce travail est de synthétiser les résultats issus de ces travaux traitant de l'influence diurne sur les facteurs cardiorespiratoires impliqués dans l'accès à la performance en cyclisme.

Différentes situations d'exercices ont été mises en place de manière à explorer les fluctuations diurnes (i) de la puissance maximale du métabolisme aérobie, (ii) de la consommation d'oxygène associée à un niveau d'exercice sous-maximal déterminé, ou encore (iii) de l'endurance maximale du métabolisme aérobie. Les résultats obtenus au cours des différentes études ne permettent pas de mettre en évidence de variation journalière des valeurs maximales des paramètres physiologiques en condition d'exercice maximal aérobie. Ainsi, les variations diurnes de la performance, rapportées dans la littérature (Baxter et Reilly, 1983) ne peuvent être attribuées à des modifications de la puissance du métabolisme aérobie. En revanche, l'endurance maximale aérobie évaluée à partir d'une épreuve de temps de maintien maximal d'une charge de travail semble être un facteur explicatif majeur de ces variations de performance. L'origine de cette variation journalière de l'endurance maximale aérobie serait le fait d'une participation plus importante du métabolisme anaérobie en fin d'après midi sans exclure une possible participation de la fluctuation circadienne de la température corporelle.

Par ailleurs, compte tenu des modifications de l'état de fonctionnement du système musculo-articulaire induit par la rythmicité circadienne de la température corporelle, une altération de la coordination musculaire et plus généralement du geste sportif doit être envisagée à certaines heures de la journée (Moussay et al., 2003; Bessot et al., 2007).

Introduction

Des fluctuations diurnes de la performance ont été décrites dans le cadre de nombreuses activités sportives. Les activités sollicitant un niveau important de sollicitation métabolique ou musculaire telles que la natation (Baxter et Reilly, 1983) ou le cyclisme (Reilly et Garret, 1995) présentent un rythme dont l'acrophase se situe en fin d'après midi. Les meilleures performances réalisées dans le cadre des activités nécessitant un niveau de technicité ou de précision seraient quant à elles enregistrées en fin de matinée (Drust et al., 2005). Au-delà de la description des fluctuations observées, les enjeux réels de ces études résident dans (i) la détermination des origines des phénomènes observés ou (ii) la compréhension des mécanismes d'adaptation spontanément mis en jeu dans le but de conserver un fonctionnement optimal, quelle que soit l'heure de la journée.

Au sein de notre équipe de recherche, l'activité cyclisme a régulièrement été l'objet d'études visant à comprendre les fluctuations journalières de la performance sportive (Moussay et al., 2002a; Moussay et al., 2002b; Moussay et al., 2003; Bessot et al., 2006a; Bessot et al., 2006b). L'intérêt spécifiquement porté à cette activité se justifie par ses caractéristiques qui permettent de créer des conditions expérimentales reproductibles où la charge de travail peut être facilement contrôlée et quantifiée. Sur le plan physiologique, le cyclisme est considéré comme une activité à dominante aérobie, au cours de laquelle une condition d'exercice stable donnée correspond à un seul niveau de consommation d'oxygène ($\dot{V}O_2$), de ventilation (\dot{V}_e) et de fréquence cardiaque (FC). Sur le plan biomécanique, le pédalage est décrit comme une activité cyclique et contrainte au cours de laquelle les para-

(Suite page 16)

(Suite de la page 15)

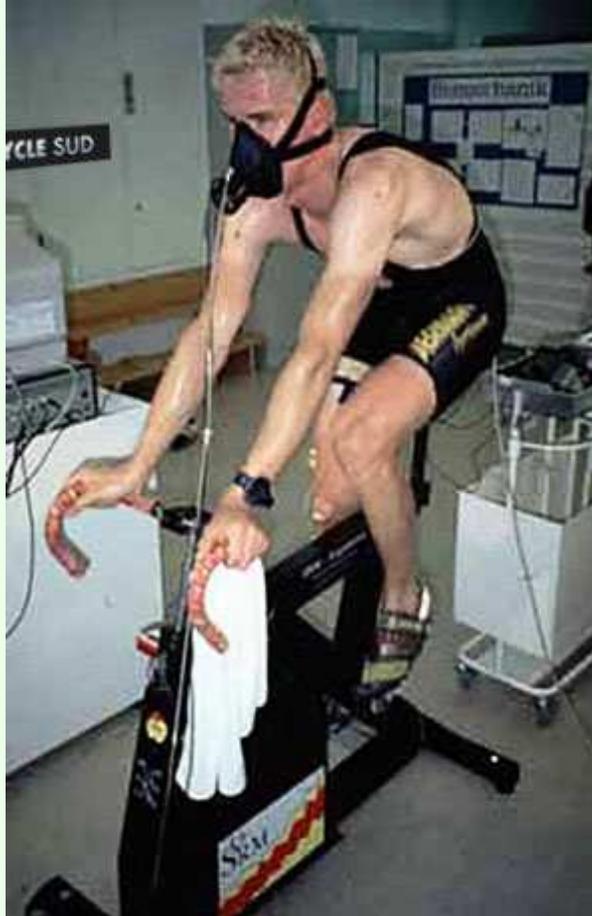
mètres cinématiques, les patterns de forces musculaires ou encore la coordination musculaire sont considérés comme reproductibles en conditions d'exercices stables (Jorge et Hull, 1986). En revanche, toute modification des conditions de réalisation de la tâche (puissance développée, position, fréquence de pédalage,...) entraîne une modification des réponses physiologiques et biomécaniques à l'effort (Coast et Welch, 1985; Brown et al., 1996).

L'heure de la journée constitue aussi un facteur d'influence majeure sur les conditions de réalisation d'un exercice. Chaque jour, l'ensemble des facteurs qui contribue à la réalisation d'une performance passe par un minimum et un maximum d'efficacité (Davenne, 1994 ; Atkinson et Reilly, 1996). Il est le plus souvent reconnu que les prédispositions biologiques nécessaires à la réalisation d'un exercice sont moins favorables le matin que l'après midi (Reilly et Garrett, 1995), la majorité des performances motrices sollicitant un niveau important de ressources physiques est optimisée en fin d'après-midi (Baxter et Reilly, 1983). Les performances de l'individu sont donc en théorie optimisées lorsque les facteurs de performance physique (cardio-respiratoires, musculaires, hormonaux,...) seraient proches de leur maximum et en phase les uns avec les autres, c'est à dire pendant un créneau horaire relativement court se situant en fin d'après midi ou en début de soirée (pour revue : Shepard, 1984 ; Winget et al., 1985 ; Reilly, 1990 ; Giacomoni et al., 1998).

L'objectif de ce travail est de synthétiser les résultats issus des travaux réalisés au sein de notre équipe en vue de comprendre la nature des fluctuations journalières affectant les facteurs cardiorespiratoires impliqués dans l'accès à la performance en cyclisme.

Compte tenu des caractéristiques de l'activité cyclisme, l'énergie produite au cours de l'activité est majoritairement issue du métabolisme aérobie, à ce titre l'enregistrement des variables cardiorespiratoires ($\dot{V}O_2$, FC, \dot{V}_e , VC [Volume Cou-

rant], FR [Fréquence Respiratoire], QR [Quotient Respiratoire]) en conditions d'exercice contrôlées à différentes heures de la journée permet d'identifier d'éventuelles modifications journalières du potentiel de performance de l'individu. Différentes situations d'exercices sont alors régulièrement mises en place de manière à explorer les effets spécifiques de la rythmicité journalière sur



(i) la *puissance maximale du métabolisme* ($\dot{V}O_{2\text{ max}}$, PMA [Puissance Maximale Aérobie]) ou puissance pic, ou encore

(ii) le niveau de consommation d'oxygène associé à *un niveau d'exercice sous-maximal* déterminé ou encore

(iii) *l'endurance maximale du métabolisme*, c'est-à-dire le temps maximal pendant lequel une charge de travail constante peut être maintenue.

L'influence des fluctuations journalières sur la performance enregistrée dans ces différentes conditions d'exercice a été explorée au cours de procédures expérimentales successives.

Performance maximale aérobie :

Deux études ont été conduites de manière à identifier et quantifier l'influence des fluctuations journalières sur les performances maximales aérobie en cyclisme. Chacune des 2 études était composée de 2 sessions d'évaluation organisées à 06:00 h et 18:00 h. Ces heures sont considérées comme les heures auxquelles sont régulièrement enregistrées les performances minimales et maximales dans les activités à dominante aérobie (Baxter et Reilly, 1983).

Au cours de ces 2 études, les sujets devaient réaliser une épreuve maximale à charge croissante par palier. La première épreuve comprenait des incréments de puissance de 20 W toutes les 30 s avec un premier palier à 70 W alors que la seconde épreuve proposait un premier palier à 150 W puis des incréments de 30 W par minute jusqu'à ce que le ratio d'échange respiratoire (Respiratory Exchange Ratio, RER) atteigne une valeur de 1, puis les incréments entre les paliers étaient réduits à 15

(Suite page 17)

(Suite de la page 16)

W.min⁻¹. Lors de ces 2 épreuves, les sujets, tous cyclistes entraînés, avaient pour consignes de poursuivre l'effort jusqu'à l'épuisement complet.

Au cours de ces études, les valeurs maximales des différentes variables cardiorespiratoires reconnues comme indicateurs de la performance aérobie ($\dot{V}O_2$, FC, $\dot{V}e$, RER) ont été enregistrées ainsi que les niveaux de puissances maximales atteintes en fin d'épreuve (PMA). Les valeurs maximales de $\dot{V}O_2$, $\dot{V}e$, RER et PMA enregistrées lors de ces études ne présentaient pas de variation diurne significative. Concernant la FC_{max} atteinte en fin d'épreuve, des résultats contradictoires entre les 2 protocoles ont été mis en évidence. Au cours de la seconde étude (Bessot, 2005), les valeurs de FC_{max} relevées le soir étaient significativement supérieures à celles enregistrées lors de la session de 06:00 h (192,8 ± 6 bts.min⁻¹ / 188,4 ± 6,4 bts.min⁻¹ : p < 0.01). Cette différence liée à l'heure de test n'avait pu être observée au cours de la première étude (Moussay et al., 2002a).

Interprétation et discussion : Ces études tendent à soutenir l'hypothèse selon laquelle les valeurs de $\dot{V}O_{2\ max}$ seraient stables au cours de la journée, elles confortent ainsi les résultats précédemment présentés par Reilly et Brooks (1982) ou encore Jones et Hill (1995). En revanche, elles sont en contradiction avec les études de Hill et al. (1988) ou Williams et Hill (1995) qui font état de $\dot{V}O_{2\ max}$ supérieures le soir par rapport au matin. Ces divergences entre les études s'expliquent en grande partie par la variabilité intra-individuelle de cette variable qui peut atteindre 3 à 5%, la différence entre les épreuves physiques dans le cadre des protocoles expérimentaux ou encore la précision du matériel de mesure alors même que les variations diurnes précédemment observées sont de 2 à 3 % (Hill et al, 1988). Conformément aux précédentes observations de Deschenes et al. (1998) le RER enregistré en fin d'épreuve reste constant au cours de la journée tendant ainsi à indiquer que l'utilisation des substrats énergétiques aux cours de ce type d'épreuve n'est pas influencée par l'heure de la journée.

Concernant la FC_{max}, il semble, sur la base d'observations antérieures, que la variation journalière de cette variable soit l'une des plus robustes en condition d'effort maximal aérobie avec des amplitudes de fluctuation de 2 à 6 bts.min⁻¹ (Cable et Reilly, 1987; Reilly et Brooks, 1990). Néanmoins les résultats obtenus au cours de nos différentes études sont contradictoires puisque seule l'étude de Bessot (2005) permet de mettre en évidence un variation diurne significative, ainsi, l'observation d'une variation diurne de FC_{max} en fin d'épreuve pourrait dépendre du type de protocole d'évaluation utilisé.

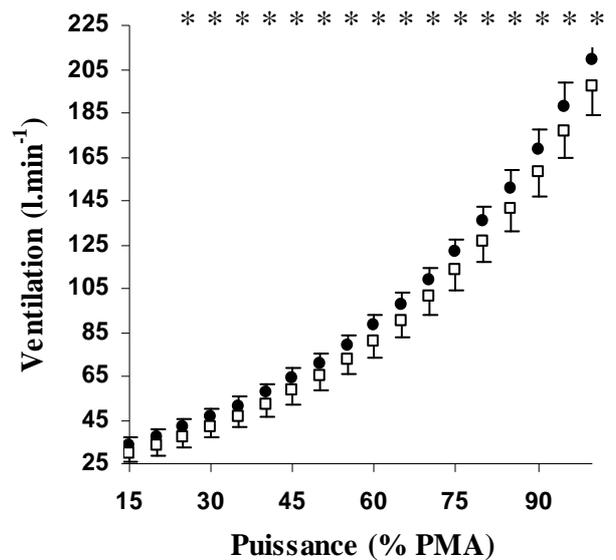


Figure 1 : Evolution de la ventilation (moyenne ± écart-type ; n=7) au cours des épreuves maximales à 06:00 h (□) et 18:00 h (●), * différence significative entre les sessions de test (p<0,05). (Moussay et al., 2002a).

Exercice sous-maximal aérobie

Nos études menées en condition maximale aérobie (Moussay 2002, Moussay et al., 2002a, Moussay et al., 2002b, Bessot et al., 2006) ne font pas état de fluctuation diurne des facteurs cardio-respiratoires impliqués dans l'accès à la performance, à l'exception d'une variation de faible amplitude pour la FC_{max}.

En revanche, l'analyse des cinétiques de chaque variable physiologique au cours de l'épreuve, (ANOVA à mesures répétées), indique des valeurs de $\dot{V}e$ sous maximales transitoires supérieures à 18:00 h par rapport à 06:00 h pour des puissances développées identiques (Figure 1). Le niveau de variation diurne observé est indépendant du niveau de puissance sous maximal développé. La $\dot{V}O_2$ quant à elle présente des valeurs plus élevées en début d'épreuve le soir en comparaison avec l'épreuve du matin (+ 2,1 ml.kg⁻¹.min⁻¹). Aucune fluctuation journalière n'est observée concernant la FC.

De manière à affiner les observations en condition d'exercice sous-maximal aérobie 4 protocoles d'évaluations ont successivement été mis en place. Considérant que les conditions de réalisation de l'exercice peuvent entrer en interaction avec les effets des fluctuations journalières, les niveaux de puissance et de fréquences de pédalage utilisées par les sujets au cours de ces études ont été imposés à des niveaux différents. Les différentes condi-

(Suite page 18)

	Nombre de sujets	Puissance développée (% PMA)	Fréquences de pédalage étudiées (rév.min ⁻¹)	Heures de sessions d'évaluation (h)
Etude 1 <i>Moussay et al., 2002a</i>	n = 7	70 %	Libre	6 / 18
Etude 2 <i>Moussay et al., 2002b</i>	n = 9	50 %	Libre	6 / 10 / 14 / 18 / 22
Etude 3 <i>Moussay 2002</i>	n = 12	50 %	70 / 90	6 / 18
Etude 4 <i>Bessot et al., 2006a</i>	n = 10	50 %	70 / 90 / 120	6 / 10 / 14 / 18 / 22

Tableau 1 : Modalités expérimentales proposées dans le cadre des études en condition d'exercice sous maximal aérobic.

(Suite de la page 17)

tions testées sont présentées au sein du tableau 1.

Au cours de l'exercice sous maximal réalisé à 70% de PMA (Etude 1) aucune fluctuation diurne de la $\dot{V}O_2$, FC et du RER n'est observable. Seules les valeurs moyennes de \dot{V}_e collectées lors de l'épreuve de 18h sont significativement supérieures à celles relevées le matin.

Au cours des études 2 et 3, pendant lesquelles la puissance était imposée à 50% de PMA, seule la fréquence cardiaque a été enregistrée. Au cours de la seconde étude, une fluctuation journalière de la fréquence cardiaque était observée en condition de repos (mesor = 58 bts.min⁻¹, amplitude = 7 bts.min⁻¹), celle-ci n'est plus évidente lors de l'exercice réalisé en condition de fréquence de pédalage libre. Lorsque la fréquence de pédalage est imposée à 70 ou 90 rév.min⁻¹ (Etude 3) aucune fluctuation n'est enregistrée.

Dans le cadre de l'étude 4, l'ensemble des variables cardio-respiratoires était enregistré. Il est alors observé que ni la FC, ni le RER, ou encore la $\dot{V}O_2$ ne sont influencés par l'heure de la journée et ce, quelle que soit la fréquence de pédalage imposée. Le $\dot{V}CO_2$ quant à lui, présente une fluctuation journalière significative uniquement dans les conditions où les fréquences de pédalage sont les plus élevées. Enfin, les variables ventilatoires (\dot{V}_e , FR [fréquence respiratoire] et VC [volume courant]) présentent des fluctuations diurnes significatives. La ventilation présente une fluctuation diurne significative, quelle que soit la fréquence de pédalage utilisée (Figure 2) avec des valeurs maximales atteintes à 14:00 ou 18:00 h, l'amplitude de variation enregis-

trée pour cette variable augmente lorsque les fréquences de pédalage augmentent elles aussi. L'analyse des données relevées indique que cette fluctuation journalière est induite à la fois par les fluctuations de la FR et du VC. Seule l'amplitude de fluctuation journalière du VC est sensible aux variations de fréquence de pédalage, ainsi, cette variable explique à elle seule l'ensemble de l'interaction "Heure de test" / "Fréquence de pédalage" observée sur la ventilation au cours de l'effort (Figure 3).

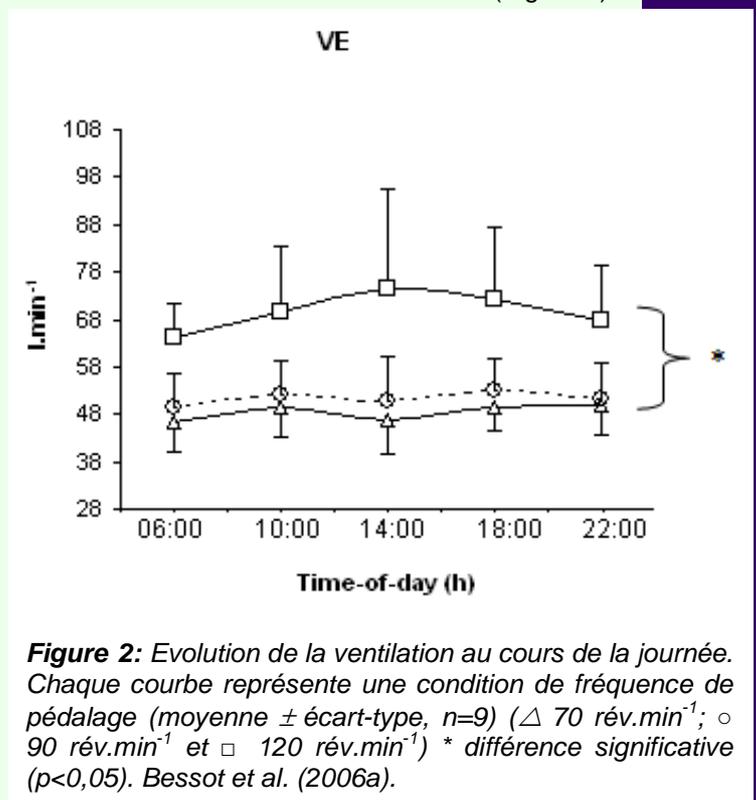


Figure 2: Evolution de la ventilation au cours de la journée. Chaque courbe représente une condition de fréquence de pédalage (moyenne \pm écart-type, n=9) (Δ 70 rév.min⁻¹; \circ 90 rév.min⁻¹ et \square 120 rév.min⁻¹) * différence significative ($p < 0,05$). Bessot et al. (2006a).

(Suite page 19)

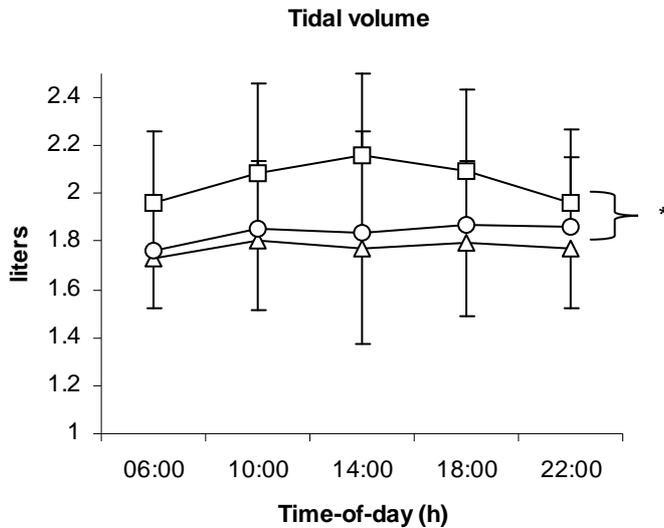


Figure 3 : Evolution du volume courant (Tidal volume) au cours de la journée. Chaque courbe représente une condition de fréquence de pédalage (moyenne \pm écart-type, $n=9$) (Δ 70 révolutions.min⁻¹; \circ 90 révolutions.min⁻¹ et \square 120 révolutions.min⁻¹) * différence significative ($p<0,05$). Bessot et al. (2006a).

(Suite de la page 18)

Interprétation et discussion : En condition d'exercice sous maximal aérobie transitoire, seules les valeurs de \dot{V}_e présentent une fluctuation journalière significative. Ces résultats sont confirmés dans le cadre des exercices sous maximaux réalisés à charge constante et confortent en ce sens les observations antérieures de Reilly et Brooks (1982). En effet au cours des études 1 et 4, au cours desquelles la puissance est respectivement imposée à 70 et 50% de PMA, une fluctuation journalière des valeurs moyennes de \dot{V}_e est relevée avec des valeurs systématiquement plus élevées en fin d'après midi que lors de l'épreuve du matin. Une diminution progressive de la capacité de diffusion pulmonaire au cours de la journée (Spengler et Shea 2000, Cintokai et Thompson 1966) pourrait être à l'origine de ces observations. Par ailleurs, il a ici été observé que l'amplitude de la fluctuation journalière mise en évidence dépendait de la fréquence de pédalage utilisée par les sujets. Plus les fréquences imposées au cours de l'effort sont importantes et plus l'amplitude de fluctuations est grande (Etude 4). Il semble, d'après les premiers résultats obtenus à partir de cette étude que l'effet induit par les fréquences de pédalage élevées sur l'amplitude de variation de la \dot{V}_e soit uniquement attribuable au volume courant. La variation journalière de cette variable présente en effet une sensibilité importante à la fréquence de pédalage utilisée, la plus grande variation étant observée pour des fréquences de 120 révolutions.min⁻¹. Pour des fréquences de pédalage faibles, un même niveau de

\dot{V}_{CO_2} induirait un niveau de \dot{V}_e plus élevé en fin d'après midi que le matin. La rythmicité circadienne de la sensibilité des récepteurs sensibles à la PaCo₂, observée au repos (Stephenson et al. 2000) persisterait en condition d'exercice. Pour des niveaux de \dot{V}_{CO_2} relativement faibles (à 70 révolutions.min⁻¹) et stables au cours de la journée, la rythmicité circadienne de la chémo-sensibilité affecterait la ventilation principalement par le biais de la FR qui présente une variation journalière pour un niveau de \dot{V}_{CO_2} stable. Le VC quant à lui conditionnerait l'amplitude de fluctuation journalière de la \dot{V}_e en raison de la spécificité de sa rythmicité diurne à des niveaux de élevés.

Concernant les autres paramètres physiologiques (FC, $\dot{V}O_2$ et RE \dot{V}_{CO_2} R), les données recueillies lors de l'épreuve menée à 70% de PMA ne montrent pas de variations significatives. Ces résultats divergent de ceux de Cable et Reilly (1987) et Giacomoni et al. (1999) qui observent une variation journalière de la FC et de la $\dot{V}O_2$. Cependant, ces auteurs constatent que l'amplitude du rythme diminue lorsque l'intensité de l'exercice augmente. Ainsi, l'intensité développée pourrait être trop importante pour pouvoir mettre en évidence une fluctuation journalière significative de ces deux variables. Concernant le RER, nos résultats confirment les observations antérieures (Cable et Reilly, 1987; Reilly et Brooks 1982), à savoir une stabilité de ce paramètre au cours de la journée, quelle que soit l'intensité de l'exercice.

Au cours des études 2 et 3, où seule la FC est enregistrée, aucune fluctuation diurne n'est observée lors des épreuves sollicitant 50% de la PMA. Bien que la puissance développée au cours de l'effort ait été réduite en comparaison de celle développée lors de la 1^{ère} étude, il semble que l'intensité reste trop élevée pour permettre l'observation d'une fluctuation significative.

Enfin, lors de la dernière situation expérimentale mise en place, il a pu être constaté que le choix de la fréquence de pédalage pouvait induire des modifications du niveau de sollicitation de chacune des variables enregistrées au cours de l'effort. Par ailleurs, à l'exception des observations faites pour la \dot{V}_e cette étude ne permet pas d'observer de fluctuation journalière des variables cardio respiratoires telles que la $\dot{V}O_2$, le \dot{V}_{CO_2} ou le QR.

Endurance maximale du métabolisme

Afin d'étudier l'influence de l'heure de la journée sur l'endurance maximale aérobie chez des cyclistes entraînés, 11 sujets ont réalisé 6 tests qui consistaient à maintenir jusqu'à l'épuisement du sujet une charge d'intensité fixe correspondant

(Suite page 20)

(Suite de la page 19)

pour chaque sujet à 95% de sa PMA. Trois tests sont réalisés à 06:00 h et 3 autres sont réalisés à 18:00 h (Fréquence de pédalage successivement laissée libre [Fréquence de pédalage spontanée (FPS)] puis imposée à 80% de FPS et 120% de FPS).

Les résultats de cette étude montrent une influence de l'heure de la journée sur le temps de maintien maximal d'une charge déterminée. Celui-ci est plus long à 18:00 h par rapport à 06:00 h (270 s vs 233 s soit 15% de variation). Par ailleurs, on observe une influence de la fréquence de pédalage sur le temps limite (80% > 120 %) sans interaction avec l'effet de l'heure. On observe une variation journalière de la température rectale, les valeurs sont, tout au long de l'épreuve, inférieures le matin par rapport au soir (Figure 4). Au cours de cette épreuve maximale, aucune variation diurne des variables cardio-respiratoires relevées n'est observée, les valeurs de $\dot{V}O_2$ (moyennes ou maximales) et de FC (moyennes ou maximales) enregistrées au cours de l'exercice restent stables entre les sessions de tests.

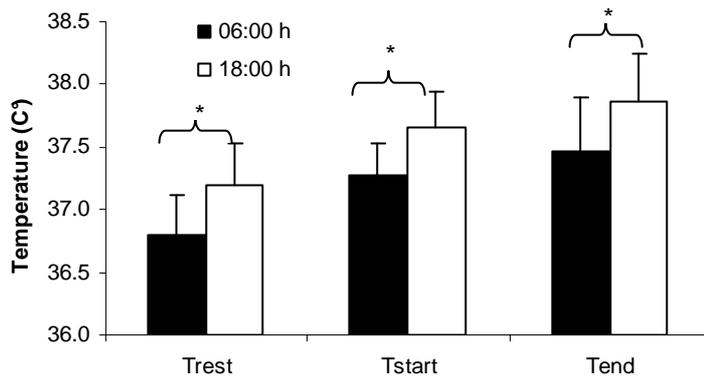


Figure 4 : Valeurs de température rectale (°C) relevées au cours du test d'endurance maximale à 06:00 h et 18:00 h. Au repos (Trest), au départ du test (Tstart) et à la fin du test (Tend) (moyenne \pm écart-type, n=10). * différence significative (p<0,05).

Interprétation et discussion :

La fluctuation journalière de l'endurance maximale aérobie avait déjà pu être observée au cours d'études antérieures (Reilly et Baxter, 1983). Cependant, l'origine de cette fluctuation n'est pas identifiée et les hypothèses pouvant expliquer le phénomène sont nombreuses.

Au cours de cette même étude il a été observé que la température rectale des sujets restait tout au long de l'épreuve inférieure le soir par rapport au matin (-0,4 °C en moyenne). Cette observation est conforme aux précédentes puisque les travaux d'Aldémir et al. (2000) avaient pu montrer qu'un exercice

(70% $\dot{V}O_2$) d'une durée de 25 à 30 minutes était nécessaire pour combler le déficit de température enregistré au repos entre le matin et le soir.

Il est envisageable que les effets de la variation journalière de température constatée sur le système musculo-articulaire (Reilly et al., 1993) puissent avoir un effet sur l'endurance maximale aérobie. En effet, les vitesses de conduction nerveuse des voies motrices présentent des fluctuations journalières (Ferrario et al., 1980) qui, associées à une fluctuation de la force musculaire (Gauthier et al., 1996) et à une potentielle modification des co-activations agonistes / antagonistes (Oska et al., 1997), pourraient induire des modifications des patterns de recrutement musculaire au cours du geste sportif et donc du rendement mécanique. Il serait nécessaire d'explorer cette hypothèse au cours de prochaines études.

Lors de cette épreuve d'endurance maximale aérobie, aucune des variables cardio-respiratoires enregistrées ($\dot{V}O_2$, FC, $\dot{V}e$) ne présente de fluctuation journalière significative, ce qui confirme la majorité des études s'intéressant à ce sujet (Carter et al., 2002). Par ailleurs, lorsque des études mettent en évidence une fluctuation journalière

de la $\dot{V}O_{2\max}$, les amplitudes enregistrées sont de l'ordre de 1 à 3,8% (Hill et al., 1988; Williams et Hill, 1995). Ainsi, il semble que les variations journalières de la $\dot{V}O_2$ ne puissent à elles seules expliquer l'origine de la fluctuation journalière de l'endurance maximale aérobie ici observée.

D'autres variables impliquées dans la performance maximale aérobie prolongée, ici non prise en compte, doivent permettre d'expliquer les variations journalières observées. Ainsi, une contribution plus importante du métabolisme anaérobie lors de l'épreuve d'endurance maximale aérobie à 18:00 h pourrait en partie expliquer l'augmentation du temps de maintien d'exercice observé à cette heure de la journée. Les résultats de

Melhim (1993) puis plus récemment de Soussi et al. (2004) supportent cette hypothèse explicative.

Conclusion

Les résultats obtenus au cours des différentes études menées successivement au sein de notre équipe ne permettent pas, malgré le soin particulier apporté aux procédures expérimentales employées (protocole, matériel utilisé...) de mettre en évidence de variation journalière des valeurs maximales des paramètres physiologiques (PMA, $\dot{V}O_2$, QR,

(Suite page 21)

(Suite de la page 20)

Ve) en condition d'exercice maximal aérobie. Ainsi, les variations diurnes de la performance rapportées dans la littérature (Baxter et Reilly, 1983) ne pourraient pas être directement attribuées à des modifications de la puissance du métabolisme aérobie. En revanche, l'endurance maximale aérobie évaluée à partir d'une épreuve de temps de maintien maximal d'une charge de travail semble être un facteur explicatif majeur de ces variations de performance. L'origine de cette variation journalière de l'endurance maximale aérobie pourrait être le fait d'une participation plus importante du métabolisme anaérobie en fin d'après midi sans exclure une possible participation de la fluctuation circadienne de la température corporelle.

Par ailleurs, compte tenu des modifications de l'état de fonctionnement du système musculo-articulaire induit par la rythmicité circadienne de la température corporelle, une altération de la coordination musculaire et plus généralement du geste sportif doit être envisagée à certaines heures de la journée. Ainsi, des modifications de l'efficacité de geste et à fortiori du rendement mécanique pourraient elles mêmes contribuer à expliquer les fluctuations journalières de la performance aérobie maximale des sportifs en conditions réelles ou simulées. Les premiers résultats des études conduites au sein de notre laboratoire tendent à confirmer ces hypothèses et montrent une influence directe de l'heure de la journée sur les conditions de réalisation du geste sportif (Moussay et al., 2003; Bessot et al., 2007).

Nos études confirment la variation diurne de la capacité de performance sportive au cours de la journée, cependant, les protocoles expérimentaux mis en place au cours de ces différentes études ne permettent pas de conclure à une dépendance des fluctuations journalières de performance vis-à-vis de l'horloge circadienne. En effet l'ensemble des variables mesurées est directement affecté par l'effet masquant du rythme veille-sommeil, des prises alimentaires, ou encore de la durée d'éveil. Cependant, la méthodologie employée vise à placer les sujets dans des situations standardisées simulant les conditions de compétitions, en contrôlant au mieux les facteurs (autres que la rythmicité circadienne) pouvant influencer cette performance.

Bibliographie

Aldemir H, Atkinson G, Cable T, Edwards B, Waterhouse J et Reilly T (2000). A comparison of the immediate effects of moderate exercise in the early morning and late afternoon on core temperature and cutaneous thermoregulatory mechanisms. *Chronobiol Int* 17(2), 197-207.

Atkinson G et Reilly T (1996). Circadian variation in sports performance. *Sports Med* 21(4):292-312.

Baxter C et Reilly T (1983). Influence of time of day on all out swimming. *Br J Sports Med* 17(2):122-127.

Bessot N (2005). Effets de la fréquence de pédalage sur les variations diurnes de la performance et ses déterminants en cyclisme. *Thèse de Doctorat de l'Université de Caen Basse Normandie*.

Bessot N, Moussay S, Gauthier A, Larue J, Sesboué B et Davenne D (2006a). Effect of pedal rate on diurnal variations in cardiorespiratory variables. *Chronobiol. Int.* 23(4), 877-887.

Bessot N, Nicolas A, Moussay S, Gauthier A, Sesboué B et Davenne D (2006b). The effect of pedal rate and time of day on time to exhaustion in a high intensity exercise. *Chronobiol. Int.* 23(5), 1009-24.

Bessot N, Moussay S, Clarys JP, Gauthier A, Sesboué B, Davenne D (2007). The influence of circadian rhythm on muscle activity and efficient force production during cycling at different pedal rates. *J Electromyogr Kinesiol.* 17(2), 176-83.

Brown DA, Kautz SA et Dairaghi CA (1996). Muscle activity patterns altered during pedaling at different body orientations. *J Biomech* 29(10):1349-1356.

Cable T et Reilly T (1987). Influence of circadian rhythms on arm exercise. *J Hum Mov Stud* 13:13-27.

Carter H, Jones AM, Maxwell NS et Doust JH (2002). The effect of interdiurnal and diurnal variation on oxygen uptake kinetics during treadmill running. *J Sports Sci* 20 : 901-909.

Cinkotai FF et Thompson ML (1966). Diurnal variation of pulmonary diffusing capacity for carbon monoxide. *J Appl Physiol*, 21 : 535-539.

Coast JR et Welch HG (1985). Linear increase in optimal pedal rate with increased power output in cycle ergometry. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 53(4):339-342.

Davenne D (1994). Ultra-endurance, rythmes biologiques et sommeil. In : Callard D, DESS " Management et entraînement ", UFR STAPS (eds) *Défi Mondial de l'Endurance. L'ultra-triathlète : Comment repousse-t-il ses limites ?* Dijon, France, annexe 2, pp 18-24.

Deschenes MR, Kraemer WJ, Bush JA, Doughty TA, Kim D, Mullen KM et Ramsey K (1998). Biorhythmic influences on functional capacity of human muscle and physiological responses. *Med Sci Sports Exerc* 30(9):1399-1407.

Drust B, Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B et Reilly T (2005). Circadian rhythms in sports performance—an update. *Chronobiol Int.* 22(1):21-44.

Ferrario VF, Tredici G et Crespi V (1980). Circadian rhythm in human nerve conduction velocity. *Chronobiologia* 7(2):205-209.

Giacomoni M, Bernard T et Falgoutte G (1998). Rythmes circadiens des réponses bioénergétiques au repos et à l'exercice : Influence sur la performance sportive. *Science et Motricité* 32-33:3-15.

Giacomoni M, Bernard T, Gavarry O, Altare S et Falgoutte G (1999). Diurnal variations in ventilatory and cardiorespiratory responses to submaximal treadmill exercise in females. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 80(6):591-597.

Hill DW, Cureton KJ, Collins MA et Grisham SC (1988). Diurnal variations in responses to exercise of "morning types" and "evening types". *J Sports Med Phys Fitness* 28(3):213-219.

Jones NA et Hill DW (1995). Responses to incremental and constant power exercise tests at different times of day. *Med Sci Sports Exerc* 27(Suppl 5) S109.

Jorge M et Hull ML (1986). Analysis of EMG measurements during bicycle pedalling. *J Biomech* 19(9):683-694.

Melhim AF (1993). Investigation of circadian rhythms in peak power and mean power of female physical education students. *Int. J Sport Med.* 14 : 303-306.

Moussay S (2002). Rythmicité circadienne de la fréquence de pédalage spontanée, de la cinématique du mouvement et des variables cardio-respiratoires au cours d'exercices de type aérobie. *Thèse de Doctorat de l'Université de Caen Basse Normandie*.

Moussay S, Gauthier A, Sesboué B et Davenne D (2002a). Effets de l'heure de la journée sur les paramètres physiologiques et biomécaniques de la performance en cyclisme. *Sciences et Motricité* n°46, 94-117.

Moussay S, Dosseville F, Gauthier A, Larue J, Sesboué B et Davenne D (2002b). Circadian rhythms during cycling exercise and finger-tapping task. *Chronobiol Int* 19, 1137-1149.

Moussay S, Bessot N, Gauthier A, Larue J, Sesboué B et Davenne D (2003). Diurnal variations in cycling kinematics'. *Chronobiol Int* 20(5), 879-890.

(Suite page 22)

(Suite de la page 21)

- Oska J, Rintamäki H et Rissanen S (1997). Muscle performance and electromyogram activity of the lower leg muscles with different levels of cold exposure. *Eur J Appl Physiol Accup Physiol* 75(6):484-490.
- Reilly T (1990). Human circadian rhythms and exercise. *Crit Rev Biomed Eng* 18(3):165-180.
- Reilly T, Atkinson G et Coldwells A (1993). The relevance to exercise performance of the circadian rhythms in body temperature and arousal. *Biol Sport* 10(4):203-216.
- Reilly T and Baxter C (1983) Influence of time of day on reactions to cycling at a fixed high intensity. *Br J Sports Med* 17(2):128-130.
- Reilly T and Brooks GA (1982) Investigation of circadian rhythms in metabolic responses to exercise. *Ergonomics* 25(11):1093-1107.
- Reilly T and Brooks GA (1990) Selective persistence of circadian rhythms in physiological responses to exercise. *Chronobiol Int* 7(1):59-67.
- Reilly T et Garret R (1995). Effects of time of day on self-paced

- performances of prolonged exercise. *J Sports Med Phys Fitness* 35(2):99-102.
- Shepard RJ (1984). Sleep, biorhythms and human performance. *Sports Med* 1:11-37.
- Souissi N, Gauthier A, Sesboüé B, Larue J et Davenne D (2004). Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise: force-velocity and 30-s Wingate tests. *Int J Sports Med* Jan;25 : 14-19.
- Spengler CM et Shea SA (2000). Endogenous circadian rhythm of pulmonary function in healthy humans. *Am J Respir Crit Care Med* 163(3 Pt 1):1038-1046.
- Stephenson R, Mohan RM, Duffin J et Jarsky TM (2000). Circadian rhythms in the chemoreflex control of breathing. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 278 : R282-R286.
- Williams CS et Hill DW (1995). The effect of time of day on VO₂ kinetics and VO₂max during high-intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc* 27 (Suppl 5) S 109.
- Winget CM, DeRoschia CW et Holley DC (1985). Circadian rhythms and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* 17 (5):498-516.

Congrès annuel de la société de neuroendocrinologie

Le congrès annuel de la société de neuroendocrinologie aura lieu cette année à Strasbourg (CIARUS, 7 rue Finkmatt) du 10 au 12 septembre 2008.

Ce congrès regroupera environ 120 chercheurs et étudiants issus de divers laboratoires, en majorité français, et également de quelques pays européens (Espagne, Hollande, Belgique, Suisse).

Un des objectifs est de mettre en valeur la communauté des jeunes scientifiques, futurs «leaders potentiels» de notre discipline, par la sélection de jeunes chercheurs pour les conférences orales, la valorisation des séances de posters et la remise de plusieurs prix (4 prix jeunes chercheurs et 3 prix de poster).

La neuroendocrinologie se situe à l'intersection de deux grands domaines, la neurobiologie et l'endocrinologie. Cette discipline étudie toutes les formes d'interactions fonctionnelles entre le système nerveux et le système endocrinien permettant à l'organisme de s'adapter aux fluctuations du milieu intérieur et de l'environnement.

Dans ce domaine en pleine expansion, nous avons choisi trois thèmes pour lesquels de

35ème Colloque de la Société de Neuroendocrinologie



Strasbourg, 10-12 septembre 2008

Comité d'organisation

Valérie Simonneaux, *présidente*
Béatrice Bothorel
Etienne Challet
Stéphane Gasman
Mireille Masson-Pévet
Marie-Hélène Metz-Boutigue
Paul Pévet

▲ RENSEIGNEMENTS

▲ PROGRAMME

▲ PRIX 2008

▲ S'INSCRIRE

▲ SOUMETTRE UNE
COMMUNICATION

Contact

sne2008@neurochem.u-strasbg.fr

Institut des Neurosciences Cellulaires et Intégratives
UMR 7168
5 rue Blaise Pascal
F-67084 Strasbourg cedex
Tél. : 03 88 45 66 71

grandes avancées furent récemment réalisées : les mécanismes moléculaires de la neurosécrétion, les nouveaux acteurs moléculaires du contrôle neuroendocrinien de la reproduction et les interactions entre le métabolisme énergétique et des fonctions neuroendocrines. Par ailleurs, une conférence ouverte au grand public sera donnée par le Pr. Epelbaum sur un sujet de société au cœur des préoccupations : le vieillissement.

<http://sne2008.u-strasbg.fr/>

Annonces de congrès

GRC Gordon Research Conferences

Gordon research Conference on Pineal Cell Biology

20-25 avril 2008,
Il Ciocco,
Lucca (Barga), Italie

Chair: [Jorg H. Stehle](#)
Vice Chair: [David R. Weaver](#)

<http://www.grc.org/programs.aspx?year=2008&program=pineal>



Society for Research on Biological Rhythms **11th Biennial Meeting**

Du 17 au 21 mai 2008, à Sandestin, Florida (USA)

<http://www.conferences.uiuc.edu/conferences/conference.asp?ID=292>



6th FENS
FORUM OF
EUROPEAN
NEUROSCIENCE

July 12-16, 2008



Geneva | Switzerland

Organised by
THE FEDERATION OF
EUROPEAN NEUROSCIENCE SOCIETIES (FENS)

Hosted by
Swiss Society for Neuroscience

12-16 juillet 2008, Genève (Suisse)

<http://fens2008.neurosciences.asso.fr/>

13th International Hibernation Symposium

Hypometabolism in animals :
hibernation, torpor and cryobiology



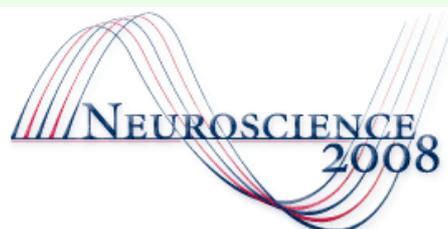
6-12 août 2008, Swakopmund, Namibie

<http://www.ihs2008.com/>

38th annual meeting of the Society for Neuroscience

15 au 19 novembre 2008, Washington DC (USA)

<http://www.sfn.org/am2008/>



Chronobiologistes...

encore un effort pour vos contributions à Rythmes.

Vous devez participer à la vie de la Société Francophone de Chronobiologie en envoyant vos contributions à Fabienne Aujard, rédactrice en chef de 

Seules sont acceptées les contributions sous forme informatique, textes et figures, noir et blanc et couleurs. Cela assure la qualité de ce qui est produit, d'autant plus appréciable si vous optez pour la lecture électronique, qui, elle, est en couleurs !

Vous devez envoyer vos contributions en document attaché. Les fichiers seront préférentiellement sauvegardés au format *.doc, *.rtf, ou *.txt après avoir été produits par un traitement de texte standard. Pour tout autre format que ces formats répandus, nous consulter.

Il est impératif de nous faire parvenir un fichier texte sans retours à la ligne multiples, tout en conservant l'accentuation. De même, ne mettez pas de lignes blanches pour marquer les paragraphes ni mises en page complexes, que nous devons de toutes façons changer pour rester dans le style du journal.

Les images pourront être en tiff, bmp, gif, jpeg, jpg ou png. Rythmes est mis en page sur un PC, donc les formats PC sont préférés, car cela évite des manipulations.

Enfin, vous enverrez vos contributions par courrier électronique à fabienne.aujard@wanadoo.fr avec copie à jean-francois.vibert@upmc.fr et beau@vjf.inserm.fr.

Fabienne Aujard
Jacques Beau
Jean-François Vibert

Société Francophone de Chronobiologie

Président	Paul Pévet pevet@neurochem.u-strasbg.fr
Vice président	Bruno Claustrat bruno.claustrat@chu-lyon.fr
Secrétaire général	Etienne Challet challet@neurochem.u-strasbg.fr
Secrétaire adjointe	Sophie Lumineau Sophie.Lumineau@univ-rennes1.fr
Trésorière	Fabienne Aujard fabienne.aujard@wanadoo.fr
Trésorière adjointe	Berthe Vivien-Roels Berthe.vivien@free.fr

Les articles publiés dans ce bulletin reflètent l'opinion de leurs auteurs, et en aucun cas celle de la Société Francophone de Chronobiologie.

Ont contribué à ce numéro

Fabienne Aujard
Amel Ayari
Jacques Beau
Etienne Challet
Sophie Lumineau
Sébastien Moussay
Jacques Périgaud
Paul Pévet
Jean-François Vibert

Rythmes est édité par la Société Francophone de Chronobiologie, Siège Social : Faculté des Sciences et Techniques. Laboratoire de Biologie Animale et Appliquée, 23 rue du Dr Paul Michelon, 42023 Saint-Étienne Cedex 2. Directeur de la publication : Paul Pévet. Rédactrice en chef : Fabienne Aujard. Comité de rédaction : Fabienne Aujard, Jacques Beau, Jean-François Vibert. Réalisation : Jacques Beau et Jean-François Vibert. Impression : Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

Site Web : <http://www.sf-chronobiologie.org> Numéro ISSN 0154-0238.