UNIVERSITÉ TOULOUSE III – Paul SABATIER
FACULTÉ DE MÉDECINE

Année 2013 2013 TOU3 1045

THÈSE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
QUALIFICATION MÉDECINE GÉNÉRALE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT

Le 9 juillet 2013

PAR

Kioumars YAZDANIAN

CHRONOBIOLOGIE ET PERFORMANCES SPORTIVES

À propos d'un cas : la préparation chronobiologique d'une équipe de rollers pour une épreuve de 24 heures

DIRECTEUR DE THÈSE : Monsieur le Docteur Christian BOURBON

JURY :

Monsieur le Professeur	**Daniel RIVIÈRE**	**Président**
Monsieur le Professeur	**Dominique LAUQUE**	**Assesseur**
Monsieur le Professeur	**Marc VIDAL**	**Assesseur**
Monsieur le Docteur	**Fabien PILLARD**	**Assesseur**
Monsieur le Docteur	**Christian BOURBON**	**Membre invité**

TABLEAU DU PERSONNEL HU

Des Facultés de Médecine de l'Université Paul Sabatier

au 1er Septembre 2012

Professeurs honoraires

Doyen Honoraire	M. LAZORTHES G.
Doyen Honoraire	M. PUEL P.
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL B.
Doyen Honoraire	M. LAZORTHES Y.
Doyen Honoraire	M. CHAP H.
Professeur Honoraire	M. COMMANAY
Professeur Honoraire	M. CLAUX
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE
Professeur Honoraire	Mme ENJALBERT
Professeur Honoraire	M. GAYRAL
Professeur Honoraire	M. PASQUIE
Professeur Honoraire	M. RIBAUT
Professeur Honoraire	M. SARRASIN
Professeur Honoraire	M. GAY
Professeur Honoraire	M. ARLET J
Professeur Honoraire	M. RIBET
Professeur Honoraire	M. MONROZIES
Professeur Honoraire	M. MIGUERES
Professeur Honoraire	M. DALOUS
Professeur Honoraire	M. DUPRE
Professeur Honoraire	M. FABRE J.
Professeur Honoraire	M. FEDOU
Professeur Honoraire	M. LARENG
Professeur Honoraire	M. DUCOS
Professeur Honoraire	M. GALINIER
Professeur Honoraire	M. LACOMME
Professeur Honoraire	M. BASTIDE
Professeur Honoraire	M. COTONAT
Professeur Honoraire	M. DAVID
Professeur Honoraire	Mme DIDIER
Professeur Honoraire	M. GAUBERT
Professeur Honoraire	M. GUILHEM
Professeur Honoraire	Mme LARENG M.B.
Professeur Honoraire	M. BES
Professeur Honoraire	M. BERNADET
Professeur Honoraire	M. GARRIGUES
Professeur Honoraire	M. REGNIER
Professeur Honoraire	M. COMBELLES
Professeur Honoraire	M. REGIS
Professeur Honoraire	M. ARBUS
Professeur Honoraire	M. LARROUY
Professeur Honoraire	M. PUJOL
Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI
Professeur Honoraire	M. RUMEAU
Professeur Honoraire	M. PAGES
Professeur Honoraire	M. BESOMBES
Professeur Honoraire	M. GUIRAUD
Professeur Honoraire	M. SUC
Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE
Professeur Honoraire	M. PONTONNIER G.
Professeur Honoraire	M. CARTON
Professeur Honoraire	Mme PUEL J.
Professeur Honoraire	M. GOUZI
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU
Professeur Honoraire	M. PONTONNIER F.
Professeur Honoraire	M. PASCAL JP
Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. SALVADOR M.
Professeur Honoraire	M. SOLEILHAVOUP
Professeur Honoraire	M. BONEU
Professeur Honoraire	M. BAYARD
Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE
Professeur Honoraire	M. FABIÉ
Professeur Honoraire	M. BARTHE
Professeur Honoraire	M. CABARROT
Professeur Honoraire	M. GHISOLFI
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT
Professeur Honoraire	M. ESCAT
Professeur Honoraire	M. ESCANDE
Professeur Honoraire	M. SARRAMON
Professeur Honoraire	M. CARATERO
Professeur Honoraire	M. CONTÉ
Professeur Honoraire	M. ALBAREDE
Professeur Honoraire	M. PRIS
Professeur Honoraire	M. CATHALA
Professeur Honoraire	M. BAZEX
Professeur Honoraire	M. ADER
Professeur Honoraire	M. VIRENQUE
Professeur Honoraire	M. CARLES
Professeur Honoraire	M. LOUVET
Professeur Honoraire	M. BONAFÉ
Professeur Honoraire	M. VAYSSE
Professeur Honoraire	M. ESQUERRE
Professeur Honoraire	M. GUITARD
Professeur Honoraire	M. LAZORTHES F.
Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE
Professeur Honoraire	M. CERENE
Professeur Honoraire	M. FOURNIAL
Professeur Honoraire	M. HOFF
Professeur Honoraire	M. REME
Professeur Honoraire	M. FAUVEL
Professeur Honoraire	M. BOCCALON
Professeur Honoraire	M. FREXINOS
Professeur Honoraire	M. CARRIERE
Professeur Honoraire	M. MANSAT M
Professeur Honoraire	M. ROLLAND
Professeur Honoraire	M. THOUVENOT
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC
Professeur Honoraire	M. DELSOL
Professeur Honoraire	Mme ARLET

Professeurs émérites

Professeur GHISOLFI	Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL
Professeur LARROUY	Professeur COSTAGLIOLA
Professeur ALBAREDE	Professeur L. LARENG
Professeur CONTÉ	Professeur JL. ADER
Professeur MURAT	Professeur Y. LAZORTHES
Professeur MANELFE	Professeur H. DABERNAT
Professeur LOUVET	Professeur F. JOFFRE
Professeur SOLEILHAVOUP	Professeur B. BONEU
Professeur SARRAMON	Professeur J. CORBERAND
Professeur CARATERO	Professeur JM. FAUVEL

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-PURPAN **Doyen : JP. VINEL**
37 allées Jules Guesde - 31062 TOULOUSE Cedex

P.U. - P.H.
Classe Exceptionnelle et 1ère classe

M. ADOUE D.	Médecine Interne, Gériatrie
M. AMAR J.	Thérapeutique
M. ARNE J.L. (C.E)	Ophtalmologie
M. ATTAL M. (C.E)	Hématologie
M. AVET-LOISEAU H.	Hématologie
M. BLANCHER A.	Immunologie (option Biologique)
M. BONNEVIALLE P.	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie.
M. BOSSAVY J.P.	Chirurgie Vasculaire
M. BROUSSET P. (C.E)	Anatomie Pathologique
M. BUGAT R.(C.E)	Cancérologie
M. CARRIE D.	Cardiologie
M. CHAP H. (C.E)	Biochimie
M. CHAUVEAU D.	Néphrologie
M. CHOLLET F. (C.E)	Neurologie
M. CLANET M. (C.E)	Neurologie
M. DAHAN M. (C.E)	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. DALY-SCHVEITZER N.	Cancérologie
M. DEGUINE O.	O.R.L.
M. DUCOMMUN B.	Cancérologie
M. FERRIERES J.	Epidémiologie, Santé Publique
M. FRAYSSE B. (C.E)	O.R.L.
M. IZOPET J.	Bactériologie-Virologie
M. LIBLAU R.	Immunologie
M. LANG T.	Biostatistique Informatique Médicale
M. LANGIN D.	Biochimie
M. LAUQUE D.	Médecine Interne
M. MAGNAVAL J.F.	Parasitologie
M. MALAVAUD B.	Urologie
M. MARCHOU B.	Maladies Infectieuses
M. MONROZIES X.	Gynécologie Obstétrique
M. MONTASTRUC J.L. (C.E)	Pharmacologie
M. MOSCOVICI J	Anatomie et Chirurgie Pédiatrique
Mme MOYAL E.	Cancérologie
Mme NOURHASEHMI F.	Gériatrie
M. OLIVES J.P.	Pédiatrie
M. OSWALD E.	Bactériologie-Virologie
M. PARINAUD J.	Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.
M. PERRET B. (C.E)	Biochimie
M. POURRAT J.	Néphrologie
M. PRADERE B.	Chirurgie Générale
M. QUERLEU D. (C.E)	Cancérologie
M. RAILHAC J.J. (C.E)	Radiologie
M. RASCOL O.	Pharmacologie
M. RISCHMANN P. (C.E.)	Urologie
M. RIVIERE D.	Physiologie
M. SALES DE GAUZY J.	Chirurgie Infantile
M. SALLES J.P.	Pédiatrie
M. SERRE G. (C.E)	Biologie Cellulaire
M. TELMON N.	Médecine Légale
M. TREMOULET M.	Neurochirurgie
M. VINEL J.P. (C.E)	Hépato-Gastro-Entérologie

P.U. - P.H.
2ème classe

Mme BEYNE-RAUZY O.	Médecine Interne
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie
M. BRASSAT D.	Neurologie
M. BUREAU Ch.	Hépato-Gastro-Entéro
M. CALVAS P.	Génétique
M. CARRERE N.	Chirurgie Générale
Mme CASPER Ch.	Pédiatrie
M. CHAIX Y.	Pédiatrie
M. COGNARD C.	Neuroradiologie
M. DE BOISSEZON X.	Médecine Physique et Réadapt Fonct..
M. FOURCADE O.	Anesthésiologie
M. FOURNIE B.	Rhumatologie
M. FOURNIÉ P.	Ophtalmologie
M. GEERAERTS T.	Anesthésiologie - réanimation
Mme GENESTAL M.	Réanimation Médicale
Mme LAMANT L.	Anatomie Pathologique
M. LAROCHE M.	Rhumatologie
M. LAUWERS F.	Anatomie
M. LEOBON B.	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. MANSAT P.	Chirurgie Orthopédique
M. MAZIERES J.	Pneumologie
M. MOLINIER L.	Epidémiologie, Santé Publique
M. PARANT O.	Gynécologique Obstétrique
M. PARIENTE J.	Neurologie
M. PATHAK A.	Pharmacologie
M. PAUL C.	Dermatologie
M. PAYOUX P.	Biophysique
M. PAYRASTRE B.	Hématologie
M. PERON J.M.	Hépato-Gastro-Entérologie
M. PORTIER G.	Chirurgie Digestive
M. RECHER Ch.	Hématologie
M. RONCALLI J.	Cardiologie
M. SANS N.	Radiologie
M. SELVES J.	Anatomie Pathologique
M. SOL J-Ch.	Neurochirurgie
Mme WEBER-VIVAT M.	Biologie cellulaire

P.U.

M. OUSTRIC S.	Médecine Générale

Professeur Associé de Médecine Générale
Dr. POUTRAIN J.Ch

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL **Doyen : D. ROUGE**
133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

P.U. - P.H.
Classe Exceptionnelle et 1ère classe

M. ABBAL M.	Immunologie
M. ALRIC L.	Médecine Interne
M. ARLET Ph. (C.E.)	Médecine Interne
M. ARNAL J.F.	Physiologie
Mme BERRY I.	Biophysique
M. BOUTAULT F. (C.E)	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
M. BUSCAIL L.	Hépato-Gastro-Entérologie
M. CANTAGREL A.	Rhumatologie
M. CARON Ph.	Endocrinologie
M. CHAMONTIN B. (C.E)	Thérapeutique
M. CHAVOIN J.P. (C.E.)	Chirurgie Plastique et Reconstructive
M. CHIRON Ph.	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
Mlle DELISLE M.B. (C.E)	Anatomie Pathologie
M. DIDIER A.	Pneumologie
M. DURAND D. (C.E)	Néphrologie
M. ESCOURROU J. (C.E)	Hépato-Gastro-Entérologie
M. FOURTANIER G. (C.E)	Chirurgie Digestive
M. GALINIER M.	Cardiologie
M. GERAUD G.	Neurologie
M. GLOCK Y.	Chirurgie Cardio-Vasculaire
M. GRAND A. (CE)	Epidémio. Eco. de la Santé et Prévention
Mme HANAIRE H.	Endocrinologie
M. LAGARRIGUE J. (C.E.)	Neurochirurgie
M. LARRUE V.	Neurologie
M. LAURENT G. (C.E.)	Hématologie
M. LEVADE T.	Biochimie
M. MALECAZE F. (C.E)	Ophtalmologie
Mme MARTY N.	Bactériologie Virologie Hygiène
M. MASSIP P.	Maladies Infectieuses
M. MAZIERES B.	Rhumatologie
M. PESSEY J.J. (C.E)	O. R. L.
M. PLANTE P.	Urologie
M. PUGET J. (C.E.)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
M. RAYNAUD J-Ph.	Psychiatrie Infantile
M. REME J.M.	Gynécologie-Obstétrique
M. RITZ P.	Nutrition
M. ROCHE H. (C.E)	Cancérologie
M. ROSTAING L.	Néphrologie
M. ROUGE D. (C.E)	Médecine Légale
M. ROUSSEAU H.	Radiologie
M. SALVAYRE R. (C.E.)	Biochimie
M. SCHMITT L. (C.E)	Psychiatrie
M. SENARD J.M.	Pharmacologie
M. SERRANO E.	O. R. L.
M. SOULIE M.	Urologie
M. SUC B.	Chirurgie Digestive
Mme TAUBER M.T.	Pédiatrie
M. VELLAS B. (C.E)	Gériatrie

P.U. - P.H.
2ème classe

M. ACCADBLED F.	Chirurgie Infantile
M. ACAR Ph.	Pédiatrie
Mme ANDRIEU S.	Epidémiologie
M. BERRY A.	Parasitologie
M. BONNEVILLE F.	Radiologie
M. BROUCHET L.	Chir. Thoracique et cardio-vasculaire
M. BUJAN L.	Uro-Andrologie
Mme BURA-RIVIERE A.	Médecine Vasculaire
M. CHAYNES P.	Anatomie
M. CHAUFOUR X.	Chirurgie Vasculaire
M. CONSTANTIN A.	Rhumatologie
M. COURBON	Biophysique
Mme COURTADE SAIDI M.	Histologie Embryologie
M. DAMBRIN C.	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire
M. DE BOISSESON X.	Médecine Physique et Réadaptation
M. DECRAMER S.	Pédiatrie
M. DELABESSE E.	Hématologie
M. DELORD J.P.	Cancérologie
M. ELBAZ M.	Cardiologie
M. GALINIER Ph.	Chirurgie Infantile
M. GARRIDO-STOWHAS I.	Chirurgie Plastique
Mme GOMEZ-BROUCHET A.	Anatomie Pathologique
M. GOURDY P.	Endocrinologie
M. GROLLEAU RAOUX J.L.	Chirurgie plastique
Mme GUIMBAUD R.	Cancérologie
M. KAMAR N.	Néphrologie
M. LAFOSSE JM.	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
M. LEGUEVAQUE P.	Chirurgie Générale et Gynécologie
M. MARQUE Ph.	Médecine Physique et Réadaptation
Mme MAZEREEUW J	Dermatologie
M. MINVILLE V.	Anesthésiologie Réanimation
M. MUSCARI F.	Chirurgie Digestive
M. OTAL Ph.	Radiologie
M. ROLLAND Y.	Gériatrie
M. ROUX F.E.	Neurochirurgie
M. SAILLER L.	Médecine Interne
M. SOULAT J.M.	Médecine du Travail
M. TACK I.	Physiologie
M. VAYSSIERE Ch.	Gynécologie Obstétrique
M. VERGEZ S.	O.R.L.
Mme URO-COSTE E.	Anatomie Pathologique

Professeur Associé de Médecine Générale
Dr VIDAL M.

Professeur Associé en Soins Palliatifs
Dr MARMET Th.

Professeur Associé de Médecine du Travail
Dr NIEZBORALA M.

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-PURPAN
37, allées Jules Guesde - 31062 Toulouse Cedex

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL
133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE cedex

M.C.U. - P.H.

M. APOIL P. A	Immunologie
Mme ARNAUD C.	Epidémiologie
M. BIETH E.	Génétique
Mme BONGARD V.	Epidémiologie
Mme COURBON C.	Pharmacologie
Mme CASPAR BAUGUIL S.	Nutrition
Mme CASSAING S.	Parasitologie
Mme CONCINA D.	Anesthésie-Réanimation
M. CONGY N.	Immunologie
M. CORRE J.	Hématologie
M. COULAIS. Y.	Biophysique
Mme DAMASE C.	Pharmacologie
Mme de GLISEZENSKY I.	Physiologie
Mme DELMAS C.	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme DE-MAS V.	Hématologie
M. DUBOIS D.	Bactériologie-Virologie
Mme DUGUET A.M.	Médecine Légale
Mme DULY-BOUHANICK B.	Thérapeutique
M. DUPUI Ph.	Physiologie
Mme FAUVEL J.	Biochimie
Mme FILLAUX J.	Parasitologie
M. GANTET P.	Biophysique
Mme GENNERO I.	Biochimie
M. HAMDI S.	Biochimie
Mme HITZEL A.	Biophysique
M. JALBERT F.	Stomato et Maxillo Faciale
M. KIRZIN S.	Chirurgie Générale
Mme LAPEYRE-MESTRE M.	Pharmacologie
M. LAURENT C.	Anatomie Pathologique
Mme LE TINNIER A.	Médecine du Travail
M. LOPEZ R.	Anatomie
M. MONTOYA R.	Physiologie
Mme MOREAU M.	Physiologie
Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
M. PILLARD F.	Physiologie
Mme PRERE M.F.	Bactériologie Virologie
Mme PUISSANT B.	Immunologie
Mme RAGAB J.	Biochimie
Mme RAYMOND S.	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme SABOURDY F.	Biochimie
Mme SAUNE K.	Bactériologie Virologie
M. SOLER V.	Ophtalmologie
Mme SOMMET A.	Pharmacologie
M. TAFANI J.A.	Biophysique
Mlle TREMOLLIERES F.	Biologie du développement
M. TRICOIRE J.L.	Anatomie et Chirurgie Orthopédique
M. VINCENT C.	Biologie Cellulaire

M.C.U. - P.H.

Mme ABRAVANEL F.	Bactério. Virologie Hygiène
Mme ARCHAMBAUD M.	Bactério. Virologie Hygiène
M. BES J.C.	Histologie - Embryologie
M. CAMBUS J.P.	Hématologie
Mme CANTERO A.	Biochimie
Mme CARFAGNA L.	Pédiatrie
Mme CASSOL E.	Biophysique
Mme CAUSSE E.	Biochimie
M. CHASSAING N.	Génétique
Mme CLAVE D.	Bactériologie Virologie
M. CLAVEL C.	Biologie Cellulaire
Mme COLLIN L.	Cytologie
M. DEDOUIT F.	Médecine Légale
M. DE GRAEVE J.S.	Biochimie
M. DELOBEL P.	Maladies Infectieuses
M. DELPLA P.A.	Médecine Légale
M. EDOUARD T.	Pédiatrie
Mme ESQUIROL Y.	Médecine du travail
Mme ESCOURROU G.	Anatomie Pathologique
Mme GALINIER A.	Nutrition
Mme GARDETTE V.	Epidémiologie
Mme GRARE M.	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme GUILBEAU-FRUGIER C.	Anatomie Pathologique
M. HUYGHE E.	Urologie
Mme INGUENEAU C.	Biochimie
M. LAHARRAGUE P.	Hématologie
Mme LAPRIE A.	Cancérologie
M. LEANDRI R.	Biologie du dével. et de la reproduction
M. MARCHEIX B.	Chirurgie Cardio Vasculaire
Mme MAUPAS F.	Biochimie
M. MIEUSSET R.	Biologie du dével. et de la reproduction
Mme PERIQUET B.	Nutrition
Mme PRADDAUDE F.	Physiologie
M. PRADERE J.	Biophysique
M. RAMI J.	Physiologie
M. RIMAILHO J.	Anatomie et Chirurgie Générale
M. RONGIERES M.	Anatomie - Chirurgie orthopédique
M. TKACZUK J.	Immunologie
M. VALLET P.	Physiologie
Mme VEZZOSI D.	Endocrinologie
M. VICTOR G.	Biophysique

M.C.U.

M. BISMUTH S.	Médecine Générale

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr MESTHÉ P.
Dr STILLMUNKES A
Dr. BRILLAC Th
Dr. ABITTEBOUL Y.

Dr ESCOURROU B.
Dr BISMUTH M
Dr BOYER P.

Décembre 2013

À Monsieur le Professeur Daniel Rivière
Professeur des Universités
Praticien Hospitalier
Chef de Service
Exploration de la Fonction Respiratoire et Médecine du Sport

Vous me faites un grand honneur en acceptant de présider ce jury.
De part le passé je n'avais jamais eu l'occasion de travailler
sous votre direction, et par cette thèse je découvre
un monde qui m'est nouveau mais bien
passionnant aussi. Vous avez su me prodiguer vos
conseils pour soutenir cette thèse dans de bonnes conditions.
Veuillez trouver ici l'expression de mes remerciements et de ma gratitude.

À Monsieur le Professeur Dominique Lauque
Professeur des Universités
Praticien Hospitalier
Chef de Pôle
Médecine d'urgences

Vous dirigez plusieurs structures relatives aux urgences dont certaines ne me sont point inconnues. Vous m'avez fait un grand honneur et un immense plaisir en acceptant de juger ce travail. Je vous en remercie du fond du cœur.

À Monsieur le Professeur Marc Vidal
Professeur Associé de Médecine Générale
Médecin généraliste

Je suis ravi que vous ayez accepté de participer
à ce jury et votre double compétence
d'enseignant et de praticien
généraliste ne peut que nous enrichir.
Je vous en suis très reconnaissant et vous en remercie.

À Monsieur le Docteur Fabien Pillard
Maître de Conférence des Universités
Praticien Hospitalier

Vos connaissances sur le sujet sont vastes.
Vous avez accepté avec spontanéité
de participer à ce jury malgré un
heureux et récent événement et quitte à
sacrifier quelques contraintes administratives.
*Je tiens à vous en remercier chaleureus*ement.

À Monsieur le Docteur Christian Bourbon
Médecin psychiatre
Praticien Attaché des Hôpitaux

Notre première rencontre fut quelque peu fortuite.
J'ai découvert en vous, et en peu de temps, à la
fois le médecin, le sportif, le chercheur et le
travailleur acharné qui arrive à gérer de
multiples activités. Vous m'avez aidé et
soutenu tout au long de cette thèse
jusqu'aux dernières corrections,
sur le fond et sur la forme, et je ne
peux qu'acquiescer à vos remarques.
Vous m'avez fait découvrir des mondes qui
ont passionné mon esprit chercheur. Vous m'avez
transmis avec votre savoir une part de votre humanité.
Trouvez ici l'expression de ma gratitude et de mes remerciements.

Je tiens à rendre ici un fervent hommage à

Monsieur le Professeur André Jover

qui nous a quitté beaucoup trop tôt à mon goût.

Sa compétence, son humilité, sa gentillesse aussi bien envers ses patients qu'envers nous, ses étudiants, m'ont fait dire à l'annonce de son décès que ce genre d'homme ne devrait pas avoir le droit de mourir. Il fut aussi à l'origine des premières applications de la microinformatique au service des études (QCM de radiologie).

À Monsieur le Professeur Michel Krempf

Je t'ai connu interne en pneumologie, ai appris beaucoup de toi et j'affirme, même si ton humilité devait en souffrir, que tu as hérité des mêmes qualités que notre maître, Monsieur Jover. Je n'oublierai pas le temps que nous avons passé à concevoir ensemble un réglage automatisé en temps réel du respirateur artificiel, projet de fin d'études d'élèves-ingénieurs de Sup'Aéro dont j'étais co-responsable. L'oxymètre digital, inexistant à l'époque, nous a beaucoup manqué.

Je me souviendrai toujours de ton magnifique diagnostic de psychiatrie concernant une amie qui m'était chère et que je t'avais adressée en consultation pour un symptôme respiratoire sans t'en avertir (elle ne le voulait pas). Elle m'a confiée qu'elle fut bien surprise de ta compétence et de ta sensibilité hors norme.

J'aurais certes fait encore appel à toi pour juger cette thèse, mais les circonstances font que tu as cessé tes fonctions et que par là même il ne me sera pas reproché d'avoir usé et abusé de notre amitié.

À Monsieur le Docteur Michel Tiberge

Notre amitié a commencé sur les bancs des amphithéâtres de Rangueil. Nos activités d'étudiant-enseignant, toi en musique et moi en informatique nous ont un peu plus rapprochés. Tu as passé toute ta vie à étudier le sommeil, domaine où j'excelle côté pratique ! Je suis heureux d'avoir pu diriger avec toi un projet d'élèves sur l'application de l'intelligence artificielle à ta spécialité.

À Monsieur Hervé Gallaire

Tu fus au départ mon professeur de logique mathématique, puis mon directeur de département, m'ayant épaulé tout au long de ma thèse en informatique et de mes premières années de chercheur dans ce domaine. En toi j'admire le scientifique, le pédagogue, le directeur, le sportif, l'homme surtout. Et quand il y a un modèle de ce genre... il est bon de le suivre du mieux que nous pouvons.

Grâce à toi, j'ai pu commencer mes études médicales, et sans ton autorisation d'absence du bureau (clause prévue dans mon contrat mais sans trop de précision), je n'aurais jamais pu valider, dans les premières années, les travaux pratiques et dirigés à présence obligatoire. Depuis tu t'es envolé vers d'autres fonctions, toujours plus hautes toujours plus vastes, à travers pays et continents.

Et tu es revenu en France avec nous pour ta retraite professionnelle. En fait tu ne nous as jamais quittés et tu consacres toujours tes capacités au service des autres.

À ma chère épouse Jane-Maryse pour tout son amour et ses sacrifices

À mes feus parents et beaux-parents

À ma famille et belle-famille

À mes maîtres tant appréciés

À tous mes amis

À mes collègues

Mes sincères remerciements vont aussi :

à tatie Clorinde et à Rose-Marie
pour la lecture et les corrections de français

à Madame Anne-Lise Bourgin
pour sa vigilance et son soutien administratif

« O fils de poussière !

Le sage ne parle que lorsqu'on l'écoute, tout comme l'échanson ne tend sa coupe qu'à l'assoiffé et l'amoureux ne laisse crier son cœur que s'il contemple la beauté de son aimée. Aussi, sème les graines de la sagesse et du savoir dans la terre pure du cœur, et laisse-les enfouies jusqu'à ce que les hyacinthes de la sagesse divine jaillissent du cœur, et non de la fange et de la boue. »

Bahá'u'lláh

Table des matières

Introduction **16**

1. Les rythmes biologiques **17**

1.1. Généralités 17

1.2. Le sommeil normal 19

1.3. La chronobiologie normale des cycles sommeil/veille 20

1.4. Les perturbations du cycle sommeil/veille 21

2. Chronobiologie et performances **24**

2.1. Généralités 24

2.2. La chronobiologie et le sport 24

2.3. Chronobiologie et performances sportives 25

2.4. Amélioration des performances grâce à la chronobiologie 26

2.5. Moyens et méthodes d'action 29

3. Exemple d'application pratique : les 24 Heures Rollers 33

Conclusion 37

Bibliographie 38

Annexes 40

I Le questionnaire 40

II Le récit 42

III Les chronos 46

IV Les variations du temps et de la vitesse par tour 50

Introduction

La chronobiologie de l'être humain concerne les phénomènes temporels et cycliques qui interviennent dans sa physiologie. Les cycles de différentes périodes et amplitudes sont ordonnés par des horloges internes de l'organisme sous l'influence de facteurs environnementaux ou synchroniseurs externes. Nous nous intéresserons dans ce travail à l'étude des phénomènes cycliques notamment de la vigilance chez l'homme et à leur influence sur les performances sportives. Après une présentation générale de la chronobiologie humaine, des cycles circadiens (périodes proches de 24 h), ultradiens (périodes inférieures à 24 h) et des cycles veille/sommeil, nous nous intéresserons aux dérèglements possibles de ces phénomènes dans des conditions spécifiques, aux conséquences sur la vigilance et à leur gestion pour minimiser leurs effets sur la performance sportive.

Dans le deuxième chapitre nous présenterons les connaissances actuelles relatives aux interactions entre la chronobiologie et les performances par une recherche bibliographique des publications spécifiques concernant les sports et les sportifs de haut niveau. Il en résulte une classification en trois catégories d'épreuves sportives selon leur durée. L'influence de la chronobiologie sur les différentes catégories est ensuite présentée de manière synthétique et mise à profit pour modifier les performances lors des épreuves sportives de haut niveau où la moindre amélioration des résultats est déterminante.

Dans un troisième chapitre nous présentons un cas pratique avec l'application de ces connaissances pour optimiser la performance lors de l'épreuve des 24 h Rollers du Mans.

1. Les rythmes biologiques

1.1. Généralités

L'organisme humain, comme tout organisme vivant, est soumis à des rythmes biologiques périodiques. Il dispose d'horloges internes à rythmes journaliers ou de périodes inférieures intervenant dans les vingt-quatre heures, horloges nécessaires à la gestion de ces cycles [1]. Les premiers constats de l'existence d'horloges biologiques internes, dites endogènes, pouvant fonctionner de manière autonome et en l'absence de toute stimulation extérieure à l'organisme vivant, remonte au XVIII^{ème} siècle [2]. En 1972 la localisation précise d'une horloge biologique endogène a été déterminée dans l'hypothalamus [3]. Par la suite une dizaine de « gènes horloges » ont été identifiés dont le fonctionnement rythmique a une période proche de vingt-quatre heures (rythme circadien). Enfin d'autres horloges périphériques autonomes ont aussi été mises en évidence au niveau des organes (cœur, poumon, foie, intestin) [4]

Un rythme biologique cyclique, comme tout phénomène périodique, peut être modélisé par une courbe sinusoïdale (méthode Cosinor) caractérisée par sa période (durée d'une phase complète, son maximum (acrophase ou pic ou zénith) son minimum (batyphase), son amplitude (différence entre acrophase et batyphase d'un cycle) et sa moyenne arithmétique sur une période (MESOR pour *Midline Estimating Statistic Of Rythm*). La phase (décalage d'un point comme le maximum par rapport à une origine donnée) permet de comparer deux phénomènes cycliques et leur déroulement dans le temps.

Nous nous intéresserons en particulier aux rythmes de période inférieure ou égale à vingt-quatre heures (rythmes circadien et ultradien).

Les horloges internes situées dans les noyaux suprachiasmatiques sont de fonctionnement autonome et à leur tour imposent leur rythme aux variations de la température centrale, aux secrétions hormonales et au cycle veille/sommeil.

La période de ce dernier, variable selon les individus, n'est pas strictement égale à vingt-quatre heures (légèrement supérieure) [7]. Pour s'harmoniser avec les phénomènes externes

existe des synchroniseurs externes ou donneurs de temps, telles que la lumière (jour/nuit) [1, 5, 9], l'activité physique ou encore la vie sociale. La présence ou l'absence de la lumière du jour est transmise aux noyaux suprachiasmatiques par des voies spécifiques suivant le nerf optique et indépendantes de la vision.

Les autres cycles ultradiens, de période inférieure à vingt-quatre heures, n'en sont pas moins importants dans la régulation des phénomènes biologiques qui à leur tour peuvent agir sur les premiers. Comme exemple de cycle ultradien citons les stades du sommeil d'une période de 90 à 110 mn qui se suivent périodiquement pendant le sommeil. En 1963 [6] émet l'hypothèse que ces rythmes ultradiens observés dans le sommeil continuent à exister en période de veille et propose le « BRAC » (*Basic Rest-Activity Cycle*, ou cycle fondamental activité-repos).

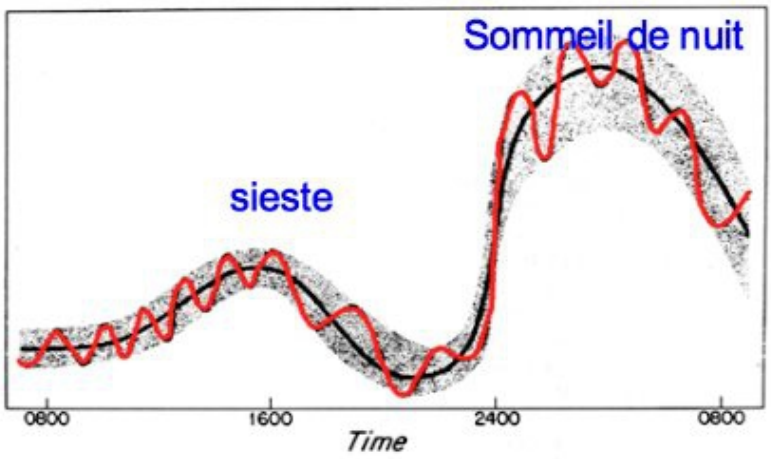


Figure 1 : " B R A C "

L'alimentation avec le rythme des repas et de la digestion, est gérée par les secrétions hormonales ainsi que beaucoup d'autres phénomènes moins apparentés à première vue comme la variation du rythme cardiaque, la production d'énergie, la température centrale, les capacités à l'effort et à la vigilance.

Le système peut être globalement schématisé par le noyau suprachiasmatique de l'hypothalamus comme horloge centrale, agissant à son tour sur :

- Le système limbique réglant le comportement et l'humeur
- Le système neuro-endocrine gérant l'homéostasie

- L'épiphyse (glande pinéale) agissant sur la reproduction et sécrétant la mélatonine, hormone du sommeil.

Au vu de la variété de ces horloges internes et de leurs effets sur les rythmes biologiques, il semble évident qu'ils ont une influence sur les performances notamment sportives.

1.2. Le sommeil normal

Le sommeil normal est un phénomène cyclique soumis aux rythmes biologiques. Son étude [7] a montré la présence de stades successifs qui se répètent plus ou moins à l'identique (Figure 2) quatre à six fois pendant la nuit. Chaque cycle a une durée de 90 à 110 mn variable selon les individus :

- Le sommeil lent léger (deux stades) est la phase d'endormissement, muscles au repos avec un tonus conservé, quelques mouvements des paupières, mouvements lents et qui disparaissent peu à peu. Les sens sont en éveil et des stimuli (bruit, lumière) provoquent le réveil.

- Le sommeil lent profond (deux stades) est la phase de récupération physique. Les muscles sont relâchés, la fréquence cardiaque et la tension artérielle sont abaissées. C'est aussi la phase de récupération physiologique (libération d'hormone de croissance, synthèse cellulaire dans les tissus et le système immunitaire). Sur l'électro-encéphalogramme (EEG) les ondes lentes ou « K complexes » augmentent considérablement et finissent par prédominer.

- Le sommeil paradoxal (SP) dit « REM » (Rapid Eye Movement) est le sommeil des rêves et de la récupération psychologique. Le paradoxe est entre les mouvements des globes oculaires, les mimiques du visage, les ondes rapides de l'EEG, la respiration irrégulière faisant croire à un réveil imminent d'une part et l'atonie musculaire du reste du corps d'autre part. C'est un sommeil profond, constituant un cinquième du sommeil récupérateur et est nécessaire à l'équilibre psychologique et au renforcement de la mémoire par l'action des rêves.

L'hypnogramme, moyen moderne d'analyse du sommeil associe l'électro-encéphalogramme (EEG), l'électro-oculogramme (EOG) et l'électro-myogramme [8].

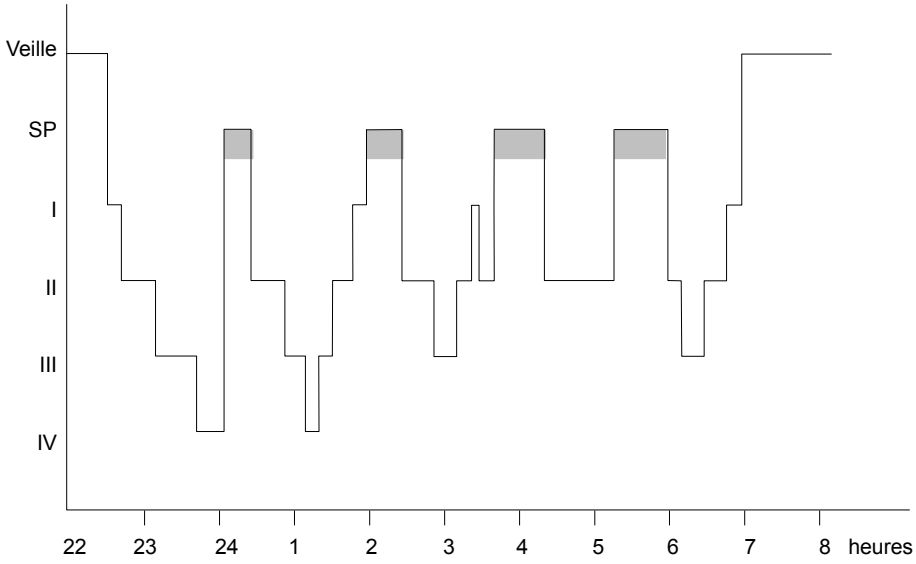


Figure 2 : Exemple d'un hypnogramme normal

1.3. La chronobiologie normale des cycles sommeil/veille

La succession des périodes de sommeil et de veille est le cycle circadien par excellence. Elle contribue à l'équilibre de l'organisme dans une succession de repos réparateurs souvent nocturnes et d'activités souvent diurnes. Il faut cependant tenir compte des variations individuelles par exemple entre les longs dormeurs et les courts dormeurs qui ont naturellement besoin de moins de sommeil et les individus matinaux (tendance à s'endormir tôt le soir et se réveiller tôt le matin) et les vespéraux (l'inverse) le tout pour un résultat d'activité et d'efficacité identiques pendant la période de veille.

La question se pose sur l'influence des phases de repos sur les activités et réciproquement.

Il est établi [9] que le sommeil avec ses cycles décrits précédemment a un rôle primordial dans la récupération physique et la reconstruction physiologique (sommeil lent) ou psychologique (sommeil paradoxal).

Bien plus, les perturbations du sommeil se répercutent sur la période de veille et inversement, les activités de veille influencent la période de sommeil et la qualité de ce dernier.

Un bon sommeil n'est pas seulement un facteur de récupération des efforts de la veille qui précède mais aussi une préparation à l'activité qui aura lieu dans la phase de veille qui suivra [9].

Plusieurs facteurs influençant le sommeil ont été répertoriés dans les études de celui-ci.

La phase d'endormissement (premier stade du sommeil lent) est facilitée par la baisse de l'activité physique, le silence et l'obscurité. D'où l'importance de la succession du jour et de la nuit dans la nature, mais aussi de la vie sociale. La qualité du sommeil intervient aussi dans le mécanisme de récupération, à savoir la proportion de sommeil lent et paradoxal, la succession régulière des cycles du sommeil et l'absence de réveils nocturnes excessifs.

À l'opposé, la période de veille qui suit le sommeil sera influencée bien sûr par une bonne récupération nocturne qui précède mais aussi par les facteurs favorisant le réveil et l'éveil. L'apparition naturelle de la lumière le matin, la première prise alimentaire (petit-déjeuner) et le commencement des activités physiques et sociales sont à la fois des initiateurs de la période de veille et des facteurs influençant cette période. N'oublions pas non plus que la préparation physiologique et psychologique durant le sommeil (secrétions hormonales, mémorisations et consolidation de la mémoire et de par là l'expérience) œuvre en faveur d'une veille efficace et adaptée.

1.4. Les perturbations du cycle sommeil/veille

D'une manière générale, les rythmes biologiques peuvent être perturbés par des facteurs endogènes et exogènes [10]. Les premiers sont liés aux gènes des horloges et mis à part les variations individuelles naturelles ils ne vont perturber la chronobiologie que dans le cadre de certaines maladies. Les seconds sont en fait des synchroniseurs externes qui accordent les rythmes biologiques à l'environnement. Si les horloges internes ont pour rôle une gestion rigoureuse du sommeil et de la veille, la présence de synchroniseurs externes (lumière, activité physique, activité sociale) entraîne immanquablement des perturbations intéressantes à étudier :

- La lumière artificielle utilisée de longue date en tous points du globe ou la persistance de la lumière (ou de l'obscurité) naturelles dans les hautes latitudes.

- L'activité physique reculant l'endormissement par action directe ou indirecte (élévation de la température centrale du corps).
- L'activité sociale (soirées tardives) ou même professionnelle (travail décalé ou de nuit).

Une combinaison de ces trois facteurs est constatée dans les longs et rapides voyages d'Est en Ouest (ou inversement) à travers les fuseaux horaires. Ces voyages et donc décalages sont à l'origine d'une désynchronisation globale de l'horloge interne par rapport à l'environnement (en particulier la sécrétion décalée de la mélatonine). Les effets, dus non à la durée du voyage mais au fait du changement de fuseaux horaires, sont proportionnels au nombre de fuseaux traversés en peu de temps. Ils génèrent pratiquement des perturbations liées à l'action simultanée de ces trois facteurs. Ce sont les fameux effets des décalages horaires (Jet Lag) [9, 11, 12] bien connus à notre époque, plus ou moins bien supportés et pouvant inclure des perturbations allant de la simple fatigue et difficulté d'endormissement jusqu'à des problèmes de troubles digestifs et d'alimentation graves.

Un voyage Nord-Sud restant dans le même fuseau horaire n'entraîne effectivement aucun phénomène de désynchronisation.

Il est bien établi que les perturbations du sommeil agissent négativement sur la (les) période(s) de veille suivante(s) du fait des deux rôles joués par un « bon » sommeil : réparation de la fatigue précédente et préparation aux activités qui vont suivre.

L'organisme est en mesure de supporter, plus ou moins bien selon les individus, les perturbations subies. Il n'empêche que les déficits doivent être compensés dans les quelques jours qui suivent sous peine d'entraîner des perturbations pouvant aller jusqu'à être qualifiées de « maladie » du fait de leur importance, de leur durée et de leur effet sur la vie de l'individu.

Ainsi, si une soirée tardive isolée ou un surcroît ponctuel de travail le soir entraînant une « nuit courte » et donc une dette de sommeil peut être sans influence notable sur les journées suivantes, c'est qu'elle est « récupérée » lors de la période de sommeil suivante par une modification des durées des différents stades (augmentation de la durée du sommeil lent profond). À moins qu'une possibilité de sieste diurne joue ce rôle récupérateur en partie ou en totalité.

Mais une dette de sommeil importante par sa durée ou sa répétition va entraîner des troubles plus importants et parfois dangereux lors des périodes de veille et d'activité. Ainsi une privation de sommeil importante ou un décalage du sommeil perturbent les rythmes et le bon fonctionnement de l'organisme [9, 12]. Ces troubles peuvent concerner le domaine physique (somnolence diurne, fatigue, augmentation des temps de réaction) ou psychique (manque de concentration, irritabilité, troubles du raisonnement et des prises de décision).

Paradoxalement, ces perturbations importantes de la période de veille peuvent avoir des effets négatifs sur la période de sommeil qui suivra et qui est sensé compenser peu à peu la dette de sommeil (difficultés à s'endormir, sommeil de mauvaise qualité avec défaut de récupération). Une grosse fatigue ou une privation de sommeil importante n'est pas toujours synonyme d'un bon sommeil réparateur.

2. Chronobiologie et performances

2.1. Généralités

Qu'il s'agisse de performances physiques ou intellectuelles dans la période de veille, elles sont influencées par de nombreux facteurs soumis à la loi chronobiologique. Ces facteurs peuvent agir de manière directe (défaut d'harmonie dans les cycles de vigilance par exemple, ou décalage des activités sportives par rapport aux moments de maximum d'attention et de « bonne forme ») ou de manière indirecte (troubles de la digestion, diminution de la force musculaire, récupération plus difficile) où les perturbations des secrétions hormonales sont souvent impliquées.

L'étude des perturbations chronobiologiques montre les effets néfastes de ces défauts de synchronisation. Mais réciproquement les perturbations dans la période de veille peuvent induire des effets de désynchronisation dans la période de sommeil. Par exemple des fatigues excessives surtout vespérales ne sont pas synonymes d'un endormissement rapide et d'un bon sommeil. Elles peuvent entraîner le contraire.

2.2. La chronobiologie et le sport

L'activité sportive régulière d'une intensité au moins modérée a une influence sur les cycles naturels, et peut à son tour être influencée par les rythmes de l'organisme et en particulier par le cycle veille/sommeil. Elle influe aussi sur l'importance des perturbations impliquées par d'autres facteurs. Il est constaté par exemple que pour les variations de la température du corps, chez le travailleur posté, les cycles sont plus stables (périodes mieux conservées) et les amplitudes plus marquées lorsqu'il s'agit d'un sportif entraîné par rapport à un non sportif [13, 14].

Le sport pendant la veille a pour effet une amélioration de la qualité du sommeil récupérateur (essentiellement sommeil lent profond) en durée et en profondeur associée à

une diminution de la latence d'endormissement (passage plus rapide du stade de veille aux stades 1, 2, 3, 4 du sommeil lent).

Le sport et l'activité physique agissent sur la température corporelle qui à son tour est un des facteurs majeurs de synchronisation des horloges internes. Aussi le moment idéal de l'activité sportive est pendant la veille active où la température centrale s'élève naturellement, et elle devrait s'arrêter suffisamment tôt avant l'endormissement pour permettre à la température centrale de s'abaisser.

2.3. Chronobiologie et performances sportives

La pratique du sport de compétition, surtout de haut niveau, implique, au delà de la recherche technico-sportive indispensable, la connaissance approfondie de la physiologie du sport pratiqué, de sa psychologie et analyse tactique et de la dimension temporelle de cette activité dont la chronobiologie occupe une place parfois déterminante pour le résultat.

Il s'ajoute à cette problématique un calendrier des compétitions surchargé (concours, championnats, rencontres internationales) qui nécessitent une attention particulière à la connaissance de sa chronobiologie individuelle. Il n'est pas rare de constater une super-position de plusieurs phénomènes désynchronisants comme le décalage horaire en plus des épreuves ou rencontres nocturnes.

De plus les performances physiques, psychiques, psychomotrices et cognitives varient temporellement au cours de la journée. Il est donc nécessaire de faire correspondre les acrophases de ces déterminants à l'activité sportive compétitive. L'idéal serait de rapprocher les pics des courbes de variation de ces déterminants avec les types les plus prioritaires des performances (physique + cognitives pour une compétition où la tactique a une grande importance).

Afin d'améliorer les performances, des études ont été menées pour déterminer les meilleurs moments de la journée où l'efficacité musculaire et donc la performance est la meilleure.

Selon T. Paillard [15] **le meilleur moment de la journée pour l'entraînement ou la compétition de judo est situé entre 10 h et 13 h et entre 17 h et 20 h**.

Dans les actes du 35ème Congrès de la Société francophone de chronobiologie [16] outre des études sur les sécrétions hormonales chez les animaux, plusieurs articles présentent des études sur l'évaluation des performances en fonction de l'heure de la journée. Ainsi N. Bessot & al. [17] y concluent à **une fréquence spontanée de pédalage chez le cycliste significativement plus élevée le soir à 18 h que le matin à 6 h**. De même des effets indirectes de l'effort de pédalage sur la variation circadienne de certains paramètres physiologiques (fréquence respiratoire, sensibilité des récepteurs à la PaCO2) y sont étudiés [18] et concluent à l'influence de l'entraînement sur les cycles de variation de ces paramètres.

2.4. Amélioration des performances grâce à la chronobiologie

Les multiples études et constatations sur la chronobiologie et en particulier des cycles circadiens et ultradiens aboutissent à l'existence de moments de la journée plus propices que d'autres à l'exercice et à la performance sportive. Ces moments se situent en général en **fin de matinée** et en **fin d'après-midi** pour un cycle circadien normal.

Il convient aussi de distinguer le type de sport pratiqué. En effet l'influence des cycles circadiens et en particulier du cycle veille/sommeil ne sera pas la même dans un sport à effort important et de courte de durée comme les courses sur 100 ou 200 m, ou l'haltérophilie par rapport à un sport d'endurance comme le marathon ou les courses cyclistes à étapes longues, ou encore par rapport à un sport de longue endurance comme les courses sur 24 h ou même plusieurs jours ou mois comme dans la navigation à voile. Enfin la capacité physique n'est pas la seule à intervenir. Les performances psychiques (bien connues et améliorées par le « coaching ») et cognitives nécessaires dans l'élaboration de stratégies (sports d'équipe, de combat, de courses de longue durée) sont aussi importantes dans l'obtention de bons résultats et donc dans l'amélioration des performances globales.

Dans le premier cas (effort intense et bref) il s'agit d'améliorer une performance en mode majoritairement anaérobie.

Dans le deuxièmes cas (effort d'endurance) il s'agira de gérer les ressources tout au long de l'effort.

Dans le troisième cas (effort de longue endurance) il s'agira en plus de prévoir des périodes de récupération et gérer le sommeil.

Notons que la vigilance intervient dans les trois cas, plus particulièrement dans le troisième.

Ainsi les études des cycles circadiens et ultradiens en rapport avec les performances sportives peuvent être classées en trois catégories :

- Les performances anaérobies pour les efforts de forte intensité et de courte durée.
- Les performances aérobies pour les efforts de moyenne et longue durée.
- Les capacités de compensation de la privation de sommeil pour les épreuves de très longue durée.

Dans tous les cas positionner le moment de l'effort à l'acrophase d'un cycle de performance nécessite une préparation, et à défaut de pouvoir agir sur l'heure de la compétition ou des moments critiques nécessitant un effort particulier (cas des compétitions de 24 heures ou plus), il faudra déplacer ses courbes cycliques de performance par un programme chronobiologique approprié.

Dans le cas des performances anaérobies [19] des études significatives montrent l'existence d'un rythme circadien ou ultradien avec des acrophases **le matin ou en fin d'après-midi**. L'origine de ces variations est cependant discutée. Une étude sur la natation [20] semble montrer une relation de cause à effet entre l'augmentation de la température centrale et l'efficacité musculaire en anaérobie (meilleure efficacité musculaire du fait que le muscle est plus chaud) puisque la variabilité des performances disparaît lorsque la température de l'eau est élevée neutralisant ainsi, au niveau des muscles, les variations de la température centrale. Il se peut aussi que la température et les capacités des muscles soient soumises aux mêmes horloges internes et que l'augmentation de la température réduise l'amplitude d'autres cycles effectivement existants.

D'autres facteurs comme la privation de sommeil, ou l'heure d'entraînement ont été étudiés et la privation de sommeil jusqu'à une soixantaine d'heures semble ne pas affecter la force musculaire ni la puissance anaérobie. Des horaires réguliers d'entraînement semblent renfor-cer les performances aux mêmes heures, en d'autres termes déplacent l'acrophase de

la courbe au même moment de la journée où l'entraînement a eu lieu durant plusieurs jours. Il faut noter par ailleurs que la privation de sommeil affecte préférentiellement les performances psychomotrices et cognitives [21] ainsi que l'humeur [22].

Pour les performances aérobies [18] les études basées sur les mesures du volume courant et de la fréquence respiratoire mettent en évidence des fluctuations journalières correspondant à un phénomène cyclique. Il apparaît là encore une acrophase vers 18 h pour un cycle circadien non perturbé. L'étude [23] confirme ce rythme et son acrophase par l'étude de la fatigabilité musculaire diurne.

Pour des épreuves de très longue durée la situation est beaucoup plus complexe puisqu'aux variations des capacités physiques s'ajoute le problème crucial de la gestion du sommeil et de sa fonction de récupération aussi bien physique que psychique. Dans une certaine mesure les besoins en récupération prennent le pas sur l'optimisation de la performance purement physique. Les études chez les navigateurs dans le cadre d'épreuves d'une durée supérieure à 24 heures [24] ont montré que les nécessités de la course (veille et vigilance pour les manœuvres et en situation de danger) et les besoins physiologiques de sommeil et de récupération devenaient compatibles en adoptant un rythme de sommeil dite polyphasique (Figure 3) composé de courtes périodes de sommeil (de 10 à 90 mn) comprenant les stades d'un sommeil normal. Ce sommeil impose un endormissement rapide, voire immédiat, le passage en sommeil lent profond et en sommeil paradoxal dans un très court laps de temps pour un réveil aussi rapide où les activités nécessaires à la navigation (manœuvres, examens de la météo et élaboration des stratégies) et à la vie (s'alimenter, communiquer, ...) peuvent avoir lieu. La qualité du sommeil sur ces courtes durées est primordiale et ses fonctions récupératrices ont été démontrées.

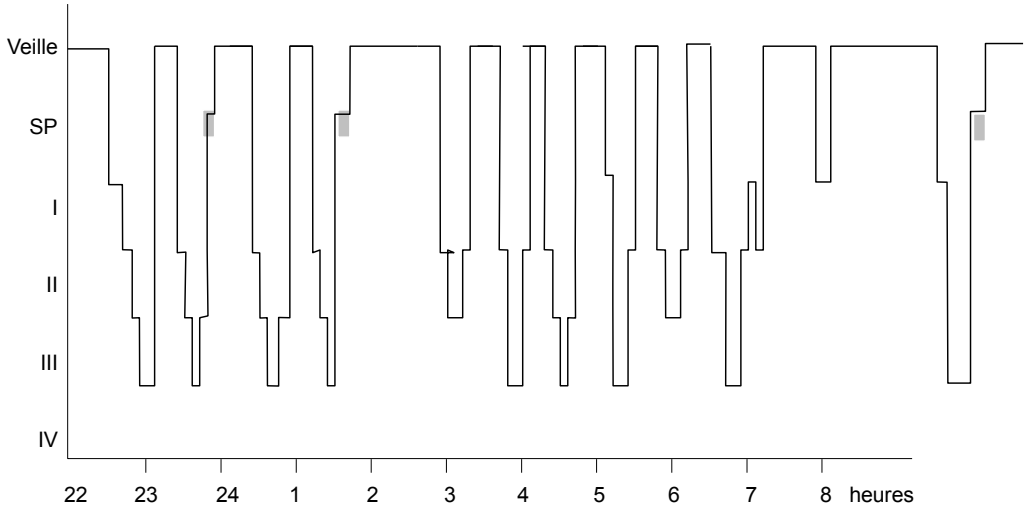


Figure 3 : Sommeil polyphasique

2.5. Moyens et méthodes d'action

Pour les deux premières catégories d'épreuves, il s'agira de placer l'épreuve autant que faire se peut au moment de l'acrophase d'un cycle de performance physique. Les moyens communément identifiés pour déplacer les courbes sont, parmi les synchroniseurs externes, la lumière et l'alimentation. La lumière agit sur la sécrétion de mélatonine et indirectement sur l'hormone de croissance, les corticoïdes et la sérotonine. L'alimentation est aussi un synchroniseur externe et joue un rôle important chez le sportif par l'apport d'énergie qui est nécessaire à l'effort. L'heure idéale de la prise d'un repas se situe environ deux heures avant l'épreuve et le besoin de disponibilité énergétique.

Ainsi une luminothérapie le matin permet d'avancer les phases de l'éveil et inversement le soir, elle les retarde. Les mécanismes sont complexes et font intervenir aussi les secrétions endocrines comme les corticoïdes.

Ces différents moyens peuvent être utilisés pour agir sur la phase des courbes biologiques et faire en sorte que l'acrophase des capacités physiques et psychiques corresponde au moment où la performance maximale est désirée, tout en préparant le sportif sur d'autres plans comme l'alimentation et l'entraînement. Nous avons vu que l'heure de l'entraînement physique, dans les journées précédentes, a une influence sur les variations de la force musculaire et de la fatigue. Ces variations se superposent aux variations rythmiques de base.

Pour la troisième catégorie, l'accent doit être mis sur les moyens de compensation de la privation de sommeil et de récupération rapide. Ils doivent être suffisamment efficaces pour atteindre des niveaux de vigilance compatibles avec les impératifs du sport de longue ou de très longue endurance. A ce titre **le sommeil polyphasique** est considéré comme le meilleur moyen, mais encore faut-il l'adapter à chaque cas et à chaque individu. En particulier lorsqu'il s'agit d'un équipage il ne faut pas uniformiser les temps de veille et de repos au nom d'une quelconque équité mais d'attribuer à chacun et dans la mesure du possible, les temps de repos et de veille qui conviennent le mieux à sa chronobiologie. Ce sont sur ces bases qu'ont été organisés les équipages de Bruno Peyron (tour du monde à bord du « Commodore Explorer » en 1993), puis d'Isabelle Autissier pendant la « Route de l'or » en 1998) cités dans [25].

Ces adaptations par le sommeil polyphasique couvrent deux aspects : la diminution des effets néfastes de la privation de sommeil sur de longues périodes et l'amélioration des capacités récupératrices du sommeil lent profond. La privation de sommeil de courte durée (sur moins de trois journées) n'aurait pas d'effet sur les variations de la force et de la fatigue musculaire mais a un effet prépondérant sur les performances psychocognitives. Mais lorsque l'épreuve dépasse quelques jours, voire dure plusieurs mois, ce seul moyen de récupération et d'adaptation devient primordial. Il a été principalement étudié dans les épreuves de navigation à voile sur de longues distances en particulier chez les navigateurs solitaires grâce à l'aide d'équipements que la technologie moderne permet d'embarquer afin d'obtenir des résultats objectifs sur le comportement du navigateur en course [26]. L'actimètre de poignet, l'enregistrement de l'électro-encéphalogramme (EEG) et de l'électro-oculogramme (EOG) sur plusieurs jours, des tests de vigilance sur micro-ordinateur, sont désormais des outils utilisables en association avec le journal de bord et les questionnaires.

Définir des méthodes d'action est difficile compte tenu de la complexité des phénomènes, de leurs particularités selon chaque individu et de la méconnaissance actuelle de beaucoup de leurs mécanismes. En se basant sur quelques fondamentaux déjà étudiés, il est cependant possible d'agir et d'obtenir des résultats significatifs, mais cela impose la connaissance des paramètres pour chaque individu, et donc une étude personnalisée de

chaque sportif concerné. En particulier les caractères « long dormeur » vs « court dormeur » et « matinal » vs « vespéral » sont spécifiques à chaque individu.

Les moyens ainsi évoqués seront utilisés non seulement pendant l'épreuve sportive mais aussi bien avant en phase de préparation afin de déterminer les profils chronobiologiques de chaque individu et d'adapter au mieux la programmation de ses besoins lors de la compétition.

Ainsi pour les deux premières catégories, s'il est communément admis que l'acrophase des capacités physique se situe en fin d'après-midi, le sportif n'est jamais libre du choix des horaires de compétitions. Il conviendra donc d'agir sur les courbes chronobiologiques pour faire correspondre l'optimum des capacités au moment prévu de l'effort. Les principaux moyens d'actions (lumière, temps de sommeil et alimentation) seront donc utilisés.

Il s'agira de concevoir une programmation chronobiologique (détermination des pics de performance) qu'il est possible de réaliser en agissant, comme cela a été exposé dans ce qui précède, par la luminothérapie, l'utilisation des sommeils de récupération, et la prise alimentaire. Comme le préconise Ch. Bourbon [9] pour une épreuve le matin, il faudra une luminothérapie au petit déjeuner, un échauffement matinal, une collation précoce et une sieste de récupération en début d'après-midi. Pour une épreuve l'après-midi, il faudra idéalement une luminothérapie en fin de matinée, le repas de midi et une sieste ou relaxation en matinée. Enfin pour une épreuve du soir, il conviendra de programmer une sieste la veille, une photothérapie vespérale, une collation vers 15 h 30 et s'endormir juste après l'épreuve. Dans tous les cas, l'entraînement physique aura lieu les jours précédents aux mêmes heures que l'épreuve, vu que cette programmation augmente l'amplitude des performances physiques.

De même la qualité du sommeil est importante pour la récupération physique des efforts de la veille comme pour la préparation aux efforts du lendemain. Il est donc primordial de ne pas le perturber par des décalages inappropriés (veillées tardives inutiles) et améliorer la qualité des stades de sommeil lent (durée et profondeur suffisantes). Il se trouve justement que l'activité sportive en elle-même œuvre dans ce sens en diminuant le temps de latence à l'endormissement et en améliorant la qualité du sommeil (durée totale augmentée, augmentation du pourcentage du sommeil lent profond). Enfin un sommeil de qualité permet une amélioration des performances du lendemain.

Pour la troisième catégorie, un bon usage du sommeil polyphasique nécessite de s'endormir rapidement et atteindre le stade de sommeil lent profond réparateur alors que la phase du sommeil total peut durer moins de 20 minutes. Cela nécessite la connaissance des « portes du sommeil » pendant la veille où ce passage rapide est possible et celle des périodes réfractaires où il sera plus difficile. Les techniques de relaxation et plus particulièrement la sophrologie et l'hypnose sont importantes pour obtenir un endormissement le plus rapide possible. Là aussi les relevés des caractères chronobiologiques auront lieu bien avant l'épreuve de longue durée elle-même et, au préalable, des entraînements à l'endormissement rapide et à la mise en place du sommeil polyphasique sont bénéfiques. Ces études préalables à la course permettent de définir le phénotype ou typologie de sommeil et d'habitus de vie du navigateur [26]. Pendant la course ces études montrent que le passage en sommeil polyphasique n'a lieu spontanément qu'au bout de deux à trois jours durant lesquels une dette de sommeil classique s'installe.

Le moment du réveil est aussi important, qu'il soit spontané ou provoqué, afin de retrouver en quelques minutes le stade de veille et de vigilance efficace qui pourra être confirmé par des tests en temps réel permettant de reculer des manœuvres délicates si l'état de vigilance psychocognitive s'avérait insuffisant. Les méthodes utilisées mettent là aussi en évidence qu'une dette de sommeil importante entraîne des déficits psychocognitifs notables pouvant aller jusqu'à des hallucinations [26] [27] [28]. L'obtention d'une vigilance de veille compatible avec un maintien correct des facultés attentionnelles est là encore favorisée par des temps de sommeil de 10 à 20 mn [29].

En résumé, concernant les méthodes d'amélioration des performances par la chronobiologie et quelque soit la catégorie de sport concernée, nous pouvons dire que le sportif doit savoir gérer son sommeil et ses temps de repos et d'activation, car la qualité de l'éveil, condition de la réussite, est directement dépendant du sommeil qui précède et le cas échéant de la gestion de la dette de sommeil. Le sportif est un être chronobiologique qui du fait de l'existence du cycle naturel sommeil/veille a besoin d'un bon sommeil pour récupérer de ses efforts de la veille et être en bonne forme physique et psychique pour ses efforts du lendemain. L'optimisation de son programme chronobiologique individualisé est un facteur important pour l'obtention de bonnes performances.

3. Exemple d'application pratique : les 24 Heures Rollers

L'épreuve des 24 h du Mans en rollers est une course d'endurance de longue durée par équipe de deux à dix relayeurs ou en solo avec pour objectif de parcourir le maximum de distance en 24 h.

La durée de cette compétition la place en position intermédiaire entre la catégorie des efforts de moyenne/longue durée et celles de très longue durée.

L'existence d'une période nocturne dans son déroulement en 24 h implique la nécessité de la gestion du sommeil en plus de la recherche d'une performance maximale. Cependant la participation en équipe permet une gestion du sommeil et du repos de chaque équipier relayeur plus souple que dans le cas d'une navigation en solitaire sur plusieurs jours.

Enfin la limitation à 24 h pourrait faire admettre l'absence d'une gestion de la privation de sommeil puisqu'elle n'a pas d'effet chronobiologique sur la performance physique sur cette durée. Cependant la gestion des efforts répétés de deux individus différents peut jouer sur la performance de l'équipe et les passages de relais mettent en jeu des capacités psycho-cognitives qui peuvent être altérées par de courtes privations de sommeil.

L'étude effectuée en 2009 par le Dr Bourbon sur une équipe « duo » s'est attachée à l'établissement d'un programme chronobiologique individualisé de la veille et du sommeil.

Il s'agissait de déterminer les typologies de chaque relayeur et leurs phases d'hypovigilances pendant la veille.

L'évaluation s'est faite par des questionnaires (voir annexe I) permettant d'évaluer la qualité de l'éveil à trois périodes différentes lors des phases de récupération sur les 24 h.

La qualité de l'éveil a été évaluée une minute après la fin du relais puis à la fin de la phase de récupération (sommeil flash de moins de 20 mn).

La course s'est déroulée en relais de trois tours (environ 30 mn) sauf entre 20 h et 22 h où le relais était de six tours (environ une heure) permettant un sommeil un peu plus long (sieste).

Le questionnaire a permis de déterminer s'il y avait des pics d'hypovigilance et le temps pour atteindre un « bien être » dans le cadre de l'effort, ainsi que l'endormissement ou pas pendant les phases de repos.

Enfin la prise de la température centrale a été effectuée après la phase de repos.

Les résultats :

Au delà du classement et des temps de relais, c'est l'aspect qualitatif de la course qui nous intéresse à travers les descriptions des deux sportifs de haut niveau (voir le récit en annexe II)

Il faut noter tout d'abord que l'effet positif de la programmation chronobiologique sur les performances n'a pu être obtenu que par une préparation minutieuse de l'équipe avec le Dr. Bourbon pendant plusieurs mois avant la course. L'établissement d'un agenda d'éveil dans le mois qui a précédé a permis de cerner le profil de chacun des participants. A partir de cet agenda il a été possible de déterminer les moments les plus propices pour l'effort et ceux pour le repos.

Comme indiqué, la course se caractérise par sa durée et par ses besoins de récupération, vu que la durée des relais a été définie par les relayeurs à 30 mn environ. Outre les activités classiques pendant le repos (massage, alimentation, ...) ont été programmés des siestes (15 min maximum), des sommeils flashs (3 min) et de la relaxation sophrologique de quelques minutes.

Le choix stratégique des relais courts (3 tours) a finalement était bénéfique. Si le temps de repos ne permettait que des sommeils courts, voire pas du tout, la théorie et l'expérience en matière de chronobiologie ont été confirmées d'une part sur les capacités récupératrices du sommeil court mais de bonne qualité (première partie de la course), et d'autre part sur la possibilité de se passer du sommeil sans répercussion majeure sur les performances (deuxième partie de la course). Question sommeil, les participants prétendent ne pas avoir

atteint le sommeil lent profond du fait de la courte durée de leur sommeil (15 mn). Un enregistrement EEG eut été intéressant pour confirmer ou infirmer cette hypothèse vu que chez les navigateurs solitaires, le sommeil polyphasique peut révéler des endormissements profonds en quelques minutes. La relative bonne forme physique en fin de parcours était-elle due aux capacités et à l'entraînement de nos sportifs et à leur gestion de l'effort, ou quelques passages en sommeil lent profond les y ont aidés ?

Il n'y a pas eu de baisse de vigilance dans la première moitié de la course et les performances étaient meilleures mais elles sont restées relativement stables dans l'ensemble. Une corrélation peut donc être établie mais la question de la cause et de l'effet reste posée entre la fatigue physique, la vigilance et la performance.

Même si les performances sont moins bonnes dans la deuxième moitié de l'épreuve (annexes III et IV), le classement de l'équipe s'améliore au fur et à mesure de sa durée. Ceci montre l'efficacité de la stratégie certes de ne pas partir trop vite et de préserver ses ressources physiques, mais surtout de bien gérer ses phases de repos, de sommeil et d'activation. Comparativement aux autres équipes, la remontée au classement dépend, pour une bonne part (en écartant les remontées dues aux abandons), d'un paramètre supplémentaire inconnu des autres équipes ou non mis à profit par eux : la chronobiologie. Les gestions du sommeil, du repos et des rythmes personnels n'y sont sans aucun doute pas étrangères.

La bonne gestion du repos, du sommeil et des capacités cognitives se répercute aussi globalement sur la fin de la course où malgré la fatigue le moral tient bon.

Cette étude objective l'intérêt de la pratique de la luminothérapie matinale qui s'est avérée efficace. Elle consistait en une exposition à une lumière d'une intensité de 10 000 Lux. Les relais suivant l'exposition à la lumière se sont effectués avec une vigilance accrue et de meilleurs temps de réaction. Elle fait « oublier la nuit blanche » qui a précédé.

Cette étude de cas, souligne une fois de plus l'influence de la chronobiologie sur les performances qui doit être non seulement individualisée mais est aussi spécifique à chaque épreuve sportive ou du moins selon l'une des trois catégories que nous avons mis en évidence au cours de cette thèse. Entre autres, des relevés actimètriques, pas plus que tenter de décaler les courbes circadiennes des forces musculaires n'ont pas beaucoup de sens dans une épreuve de ce genre. L'actimètre ne révélera que des phases action/repos

évidentes par l'observation et les courbes circadiennes de force musculaire ont une période bien trop longues pour avoir des acrophases toutes les heures.

Cette application pratique de l'implication de la chronobiologie dans les performances sportives montre clairement l'efficacité sur le terrain des phénomènes décrits dans le chapitre précédent.

Même si elle ne peut être que limitée dans le choix de l'épreuve, elle encourage des études et expériences de ce type.

Conclusion

Les rythmes chronobiologiques chez l'être humain sont connus depuis de nombreuses années et leurs mécanismes d'action se dévoilent de jour en jour. C'est le cas en particulier pour les **cycles circadiens et ultradiens** de la vigilance qui influencent notre vie quotidienne, surtout lors de situations d'exigence environnementale particulièrement extrêmes. Chez le sportif de haut niveau, l'adaptation de programme chronobiologique individualisé permet l'optimisation de ses performances et participe à sa réussite.

Le sportif est un être chronobiologique par excellence et l'ultime amélioration de ses performances passe par la connaissance et l'identification des facteurs chronobiologiques personnels.

Que ce soit pour être « au mieux de sa forme » à l'heure cruciale de la compétition, ou pour effectuer ses entraînements de manière optimale, ou pour récupérer de sa fatigue et gérer sa vigilance et ses capacités cognitives et décisionnelles, le sportif de haut niveau a besoin de connaître ces facteurs et les utiliser pour établir une véritable programmation temporelle de ses épreuves et également de ses phases d'entraînement et de repos.

Les facteurs actuellement les mieux connus sont d'une part les cycles sommeil/veille et de repos/activité pour les épreuves de courte durée (inférieure à quelques heures) et les mécanismes de compensation des privations de sommeil dans les épreuves qui durent plusieurs jours ou semaines. Dans le premier cas il s'agit de mettre en phase les courbes cycliques de la chronobiologie de l'effort et de la vigilance avec les moments souhaités pour une performance maximale. Dans le deuxième cas il est nécessaire d'utiliser les sommeils de récupération dits régimes ultracourts de sommeil pour la fatigue physique et le déficit psychocognitif.

L'étude de cas présentée, à l'occasion de la préparation d'une équipe de rollers lors d'une épreuve de 24 heures, démontre l'intérêt d'une connaissance typologique individualisée du sportif de haut niveau et du sport qu'il pratique afin d'optimiser sa performance.

Cette étude ouvre des perspectives de recherche, dans le domaine de l'application de ces connaissances, pour le mieux être de l'individu.

Toulouse le 21.06.13
Vu permis d'Imprimer
Le Doyen de la Faculté
de Médecine Purpan
J.P. VINEL

Professeur Daniel RIVIERE
Chef de Service - Médecine Physique
Service d'Exploration de la Fonction Respiratoire
et de Médecine du Sport
Pôle Voies Respiratoires
CHU Toulouse - Hôpital Larrey
24, chemin de Pouvourville
TSA 30030 - 31059 TOULOUSE Cedex 9

Vu le Président du Jury
Pr. D. RIVIERE

BIBLIOGRAPHIE

1 Bourdon L., Buguet A., *Bases de la chronobiologie : les rythmes nycthéméraux*, Journal Français d'Ophtalmologie Vol 27, N° HS2 septembre 2004 pp. 5 - 10

2 Mairan (de) JJ., *Observation botanique*, Histoire de l'Académie Royale des Sciences 1729 : 35

3 Moore RY.,Eicher VB., *Loss of a circadian adrenal corticosterone rhythm following suprachiasmatic lesions in the rat*, Brain Research 1972, 42:201

4 Hasting MH., Reddy AB., Maywood ES., *A clockwork web : circadian timing in brain and periphery, in health and disease*, Natural Revue Neuroscience 2003, 4: 649

5 Gronfier C., *Physiologie de l'horloge circadienne endogène : des gènes horloges aux applications cliniques,* Médecine du Sommeil Volume 6, numéro 1 pages 3-11 (janvier 2009)

6 Kleitman N., *Sleep and wakefulness*, University of Chicago Press, 1963

7 Tiberge M., *Sommeil et situations extrêmes : quelles applications ?*, présentation Société Française de Recherche et Médecine du Sommeil

8 Grandjean G., *De la prise en charge par le médecin généraliste du syndrome d'apnées et hypopnées obstructives du sommeil (SAHOS) et de son traitement par PPC dans le Tarn en 2011*, thèse de médecine générale Toulouse, oct. 2011

9 Bourbon Ch., *Sommeil, vigilance et chronobiologie de la performance*, XXXème journée d'automne de la société de médecine du sport Midi-Pyrénées, déc. 2011

10 Touitou Y., *Synchronisation et désynchronisation de l'horloge biologique chez l'homme, L'Enc*éphale Vol 32, N° 5C2 octobre 2006 pp. 834839

11 Perrier E., Manen O., *Chronopathologie des voyages aériens (Jet lag disorder)*, Revue de médecine interne 325 (2011) S233-S235

12 Billiard M., Dauvilliers Y., *Troubles du rythme circadien veille/sommeil*, Encyclopédie Médico-Chirurgicale 17-025-B-20 (2004)

13 Barthe B. et al. *L'analyse de l'activité de travail en postes de nuit : bilan de 25 ans de recherches et perspectives*, Le travail humain 1/2004 (Vol. 67), p. 41-61.

14 Mauvieux B., Gouthière L., Sesboüe B., et Davenne D., *Etudes comparées des rythmes circadiens et reflet actimétrique du sommeil de sportifs et de sédentaires en poste régulier de nuit*. Canadian. Journal of Applied. Physiology. 28(6): pp 831-887. © 2003 Société Canadienne de Physiologie de l'Exercice.

15 Paillard T., *Optimisation de la performance en judo* Guide (broché). Mars 2010, Ed. De Boeck, Ch.4, p119

16 Buisson B., Blanc A., éditeurs, *Sur quelques aspects de la chronobiologie*, Actes du 35ème Congrès de la Société francophone de chronobiologie, Saint-Étienne, 10-12 juin 2003

BIBLIOGRAPHIE

17 Bessot N., Moussay S., Gauthier A., Sesbouë B., Larue J., Davenne D., *Variations diurnes de la fréquence de pédalage spontanée et de la cinématique du mouvement chez le cycliste*, Actes du 35ème Congrès de la Société francophone de chronobiologie, Saint-Étienne, 10-12 juin 2003, pp 183 - 192

18 Moussay S., Bessot N., Gauthier A., Larue J., Sesbouë B., Davenne D., *Influence de la fréquence de pédalage sur les relations entre ventilation/volume tidal/fréquence respiratoire et leur fluctuation journalière en condition d'exercice sous-maximal aérobie*, Actes du 35ème Congrès de la Société francophone de chronobiologie, Saint-Étienne, 10-12 juin 2003, pp 193 - 202

19 Souissi N., Davenne D. *Rythmicité biologique circadienne et performances anaérobies,* Movement & Sport Sciences 3/2004 (N° 53), pp. 39 - 55.

20 N. Zarrouka N.,Chtouroub H., Zarrouka I., Rebaic H., Tabkac Z., Doguia M., *Variations diurnes des performances en natation: effet de la température de l'eau,* Science & Sports (2012) 27, pp 101 - 106

21 Horne JA , *Why We Sleep ? The function of sleep in humans and others mammals*. Oxford University Press, 1988

22 Pilcher J.J., Huffcutt AI., *Effects of sleep deprivation on performance : a meta– analysis.* Journal of Sleep Research & Sleep Medicine, Vol 19(4), May 1996, 318-326.

23 Nicolas A., Gauthier A., Bessot N., Moussay S., Davenne D., *Variations diurnes de la fatigue musculaire*, Actes du 35ème Congrès de la Société francophone de chronobiologie, Saint-Étienne, 10-12 juin 2003, pp 203 - 214

24 Arbus L., Tiberge M., Léger D., de la Giclais B., *Sommeil du navigateur solitaire en mode polyphasique*, Neurophysiologie Clinique, Volume 26, N° 6, 1996, p 430

25 Yvon F., L'influence de la chronobiologie sur l'acte moteur, cours de l'UF1 Tronc commun 2ème degré, Univ. Antibes Url : http://claireetlouis.free.fr/doclouis/chronobiologie.pdf

26 Theunynck D., Hurdiel R., Pezé T., Estruch X., Bui-Xuân G., *Sommeil et course au large en solitaire : comportements des coureurs et étude de faisabilité d'un « agenda interactif de sommeil »*, Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé « PISTES », 2010, Url : http://pistes.revues.org/2485

27 Tiberge M.. *Sommeil et performances. Exploration du sommeil et de la vigilance chez l'adulte.* Editions Médicales Internationales, 1992, 22: pp 342-351

28 De La Giclais B., *Etude du sommeil fractionné d'un navigateur en solitaire en course transatlantique à la voile., 1991,* Thèse de médecine, n° 91 TOU3 1015, Toulouse III.

29 Guessard W., Beaumont M ., *Les variations de la vigilance et des processus attentionnels : leurs implications dans la conduite de système*, Médecine du Sommeil, septembre 2005, Vol. 2, n° 5, pp 27-35

ANNEXE I

Le questionnaire

Expérience « 24H Rollers » - 27 juin -28 juin 2009

Evaluation de l'éveil-vigilance au cours de la phase de compétition
Vigilance et performance.

Objectifs :

1. Y a-t-il eut des pics d'hypovigilance-somnolence pendant les phases actives en compétition lors des relais ?
2. Le sujet est il plus performant lors de relais ou il est mieux éveillé ou plus vigilant ?

Evaluation :

Méthode :

1. *appréciation de la qualité de l'éveil par échelle analogique visuelle à 3 périodes différentes lors de la phase de récupération sur les 24H de compétition.*

   a. Evaluation de la qualité de l'éveil 1 minute après la fin du relais actif.

   b. Evaluation de la qualité de l'éveil à la fin de la phase de récupération (sommeil flash,….).

   c. Evaluation de la qualité de l'éveil 1 minute avant le départ pour relais.

2. *Evaluation de la survenue de pics d'hypovigilance au cours du relais de 30 min ?*

   Appréciation de l'intensité de la phase d'hypovigilance par échelle analogique visuelle.

3. *Prise de la température centrale au cours de la phase test sur 24H*
   a. Température centrale 1min après relais actif.
   b. Température centrale après la phase de repos.

Recueil des données pour expérience « 24H Roller », Phase test.

Date :
Heure :
Relais :
Température centrale (deg C) APRES RELAIS :
APRES REPOS :

A. Vous sentez vous bien éveillé ?

1. Etat d'éveil 1min après la fin d'un relais :

Pas du tout éveillé ——— Très bien

2. Etat d'éveil après phase de récupération :

Pas du tout éveillé ——— Très bien

3. Etat d'éveil 1 minute avant le relais actif :

Pas du tout éveillé ——— Très bien

B. Avez-vous ressenti une somnolence ou une baisse de votre éveil au cours de ce relais ?

OUI NON

C. De quelle intensité était cet épisode de somnolence ou baisse de votre éveil ?

Intensité faible ——— intensité forte

ANNEXE II
Le récit

Les 24h du Mans Rollers 2009 vécus par Arnaud Modica (cuzco) et Benoit Monie (ben), deux toulousains de l'association Roulez Rose.

« Et si on le faisait en duo ?! »
« Ca va être terrible, vous aurez mal partout, vous serez saturés de tout, de boire, de manger, mal aux pieds, mal au dos... »
On est en novembre 2008, et on vient de dire à Jean-Stéphane Sierra que l'on se lance dans les 24h du Mans en duo. Dès lors, on ne pourra pas dire que l'on n'a pas été prévenus ! Tout était parti d'une discussion à la veille de la Traversée des Landes (raid de 220 km en deux jours, mai 2008). Lancé un peu comme un défi : après 3 participations aux 24h rollers avec une équipe de Roulez Rose (20e en 2007), nous retrouvons, Benoit et moi, sur l'envie de se lancer un nouveau défi ; La nouvelle catégorie Duo arrive à point. Arrivés au roller il n'y a que quelques années, nous avons peu d'expérience en longue endurance, et aucune spécifique au roller. Il va donc falloir y aller avec prudence et réalisme quant à notre niveau.

Plan d'entrainement de 8 mois
Notre plan d'entraînement s'est déroulé d'Octobre 2008 à Juin 2009 ; Il se composait d'entraînements roller (2 fois par semaine) avec Roulez Rose, de sorties longues roller ou VTT le week-end (notamment sur le Canal du Midi) et de course à pied.
Deux temps forts ponctueront ce programme : un semi marathon (c-à-p) en avril et un Bike 'n' Run (21 Km) début mars ; ce dernier sera bénéfique, parce qu'en partie raté : partis sur des relais trop longs (10 min), nous avons ajusté en course de course, mais c'était trop tard, refroidis, nous n'avions plus de jus pour relancer. Une leçon que nous retiendrons en abordant les 24h rollers.

Logistique et équipement
Nous roulons tous les deux avec des C4 de Powerslide, montés sur une platine core XXX, équipée de roues Decimeter 100mm de Roll'X. Des Fila M90, équipés de Roues Hyper Mach 2 (100mm) en patins de secours. Côté logistique, après 6 participations, Roulez Rose est rodée : 3 kinés (un diplômé , 2 étudiants), 2 tables de massage, micro-ondes, glacières électriques, matelas et chaises longues... Installés dans un « box particulier », un couloir nous isolant de la chaleur et du bruit, nous avions 15m2 pour nous deux et nos deux accompagnateurs !
Arrivés la veille en car avec nos 45 co-équipiers de Roulez Rose, nous avons pu profiter d'une bonne nuit à l'hôtel.

Ils étaient à nos côtés
Dr Christian Bourbon, **spécialiste du sommeil et de la gestion de la vigilance.**
Tout le mois d'Avril, nous avons rempli un agenda d'éveil pour le Dr Bourbon : chaque jour, nous notions heures de lever et de coucher, somnolences, bâillements et pics de forme. De cet agenda, le Dr Bourbon déterminera nos rythmes veille-sommeil et nos périodes d'hypo et hyper vigilance. Ainsi il sera possible d'optimiser les moments de "roulage" et les moments de récupération.

Pierre, **interne en médecine**
Il travaille sous la direction du Dr Bourbon sur une thèse sur la relation entre performance et éveil. Il sera présent à nos côtés au Mans : installé dans notre box, il fera des relevés de données : à chaque relais, il nous fait remplir un questionnaire sur l'était de forme et de performance ressentis, et le temps pour entrer pleinement dans notre effort. Ces données seront couplées à nos chronos, température et poids, alimentation et hydratation.
C'est lui également qui nous fera appliquer le programme de récupération, élaboré avec le Dr Bourbon : siestes (15 min maxi), sommeil flash (3 min) relaxation-sophrologie ou

séance kiné, nous n'avions plus qu'à nous laisser guidés à notre arrivée au stand.

Matthieu
Coéquipier de Roulez Rose, il a participé 3 fois aux 24h roller, il sera notre accompagnateur de choc : produits frais achetés le samedi matin, chronos, gestion des relais, talkies chargés, bidons remplis, visserie vérifiée, classements intermédiaires, photos, il pensait à tout !

LA COURSE

16h-20h : Départ prudent
Nous partons sur des relais de 3 tours. Nous tournons entre 9 et 10 min au tour. Il fait chaud, et des trains assez longs –surtout de solos- se forment. Plus que le chrono, c'est le cardio que nous regardons : 70/75% de FCM, c'est la limite que l'on ne veut pas dépasser pour tenir.

20h-22h : relais d'une heure
Un relais long d'une heure chacun. Prévu d'abord vers 19h, il est décalé en raison de la chaleur : 6 tours chacun, qui accompagnent la baisse de température et la tombée de la nuit.
Nous ne regardons pas du tout le classement. Nous apprendrons après la course que nous avons pris un départ très prudent (trop ?) vue notre 18e place à 6h de course... Mais un 24h se joue sur la longueur... !

L'option de course que nous avons choisie (des relais courts 30/35 min) exclue toute vrai période d'endormissement. Pour compenser l'absente totale de sommeil, nous avons établi, avec les conseils du Dr Bourbon, un protocole de récupération : **à partir de 22h, et jusqu'à 10h, chaque retour au stand commencera par une séance de 15 min de relaxation / sieste**. Allongé sur le matelas, masque sur les yeux et lecteur mp3 sur les oreilles diffusant une séance de sophrologie réalisée par Benoit. Ces séances ne dépasseront jamais 15 min. (Pierre, l'interne, tient le chrono !) pour ne pas entrer dans la première phase de sommeil lent profond.

22h-1h : l'entente cordiale
Nous enchaînons les tours avec le duo Froggy & Rosbif : Deux d'entre nous roulent plus vite, mais nous nous attendons mutuellement, c'est dans notre intérêt à tous les quatre d'aborder la nuit en bonne coopération. Et ça marche plutôt bien ! Les séances de relaxation commencent à porter leur fruit : somnolences et baisses de vigilance – que nous traquons- n'apparaissent pas alors que nous approchons des 12h de course, et que les relais s'enchaînent dans la nuit et la température qui tombent.
Nous n'avons pas voulu nous focaliser sur les classements intermédiaires en ce début de course, car ils peuvent s'avérer peu révélateurs. C'est peu dire: **18èmes en début de course, 13èmes à l'entrée de la nuit, à 1h du matin nous entrons dans le top 10**.
Plus tard, en détaillant les chronos des duos, nous nous rendrons compte que 5 duos subiront dans la période qui arrive des avaries ou abandons : tous étaient alors dans le top 15...
Avec le recul, on pense que ce qui nous a permis de tenir a été un départ modéré (nos temps moyens, 10' pour Arnaud et 10'40 pour Ben correspondent aux chronos du 90° relais –sur 138-) ; Ainsi que des relais courts : en effet, alors que les Froggy & Rosbif se passent le relais tous les 9 tours, nous continuons toute la nuit sur notre rythme de 3 tours.
Avantage de cette option : déchausser souvent, et bénéficier de massages fréquents (les 3 kinés de RR se relayeront toute la nuit) et ainsi anticiper toute douleur ou échauffement. On peut se permettre aussi de garder un rythme tenu, et s'alimenter hors piste. Inconvénient : des temps de repos réduits, mais gérables dans une option « aucun sommeil » et avec nos séances de sophro.

1h-5h : Tenir la nuit
La fin de la nuit a été difficile, il fait froid (13°), il y a du vent, on perd les repères et si on les cherche, c'est pour se rendre compte qu'il reste encore 10h de course... pas motivant !
C'est dans ces conditions (froid, fatigue, saturation...) que l'on peut oublier de s'hydrater. Pour y palier, nous nous étions fixé une règle : boire systématiquement au début de la ligne droite (a minima). A chaque arrivée au stand, Matthieu est là pour nous réapprovisionner. Les produits frais achetés le matin, conservés en glacière électrique et le micro-ondes nous permettent d'avoir des repas chauds et consistants. Dans ces conditions, un filet de poulet est dégusté comme un vrai festin !

5h-7h : Le jour se lève, après une nuit blanche
Le jour va se lever, et il faut gérer à nouveau une période de transition. On le fera avec une lampe de luminothérapie. C'est une lampe diffusant une lumière puissante (2 500 lux minimum), placée à 1m, dans le champ de vision, en atmosphère sombre si possible. Elle stimule le cortisol, l'hormone du réveil que le corps secrète naturellement au lever du jour. Les bénéfices s'en font sentir sur les relais qui suivent : temps de réaction réduit, vigilance accrue, on oublie alors que l'on vient de faire une nuit blanche et qu'il reste encore 8h de course.

8h : l'abandon
Benoit finit son relais seul. Georges des Froggy & Rosbif a du déclarer forfait et son collègue, contraint de continuer la course en solo doit lever le pied. Dommage car notre coopération fonctionnait bien. 10èmes au classement en début de nuit, on a progressé à la 8e place grâce à notre coopération avec les anglais (et suite aux abandons). Avec ce nouvel abandon, on pointe alors à la 7ème place.
On voit régulièrement passer comme des balles Yannick et Stéphane, nos collègues toulousains qui roulent sous les couleurs du Mérignac Duo : ils nous prennent un tour par heure... une autre dimension ! On s'encourage, c'est dur pour tout le monde...

10h-15h : A l'arrachée
Le plan monté avec Pierre et Matthieu, et les préconisations du Dr Bourbon, nous a permis de capitaliser sur les 6 premières heures, et de traverser la nuit sans grosse défaillance. Nos retours fréquents au stand nous aident à anticiper ampoules, contractures et fringales. Mais il faut tenir la dernière partie de la course. Encore 6h, et ça devient de plus en plus difficile pour le physique : douleurs lombaires pour Benoit, inflammation aux deux genoux pour Arnaud. Le relais long (1h) un temps envisagé au petit matin est oublié : ni l'un ni l'autre ne nous voyons enchaîner 6 tours.
Chaque relais se fait à l'arrachée, on cherche l'aspiration systématiquement, les séances de sophro laissent la place à des étirements et des massages dynamiques ; Les pieds se couvrent de strap, les genoux et lombaires de crèmes antalgiques, l'alimentation se fait par petites doses, l'écœurement n'est pas loin.
Mais toute la force de Roulez Rose est là : 45 coéquipiers et accompagnateurs, ça remplit un box ! Nos relais et passages devant la zone moquette 37 sont ponctués des encouragements des « RRoses ». Nous ne sommes pas trop au courant alors, mais ils ont suivi notre remontée de 11 places au classement.

15h : la relâche…
On sent que l'on tient nos 24h et que, à part une grosse chute, on a gagné notre pari. Notre place est alors assurée – 4 tours devant les 8e, 4 tours derrière les 6e – et nous pouvons « dérouler ». Nos potes de Roulez Rose décident de nous accompagner dans les derniers relais (ils ne roulent pas du tout pour le classement), et les 5 derniers relayeurs RR se retrouvent pour boucler ensemble les 2 derniers tours.

16 h : 24h08'23'' de course, we did it !
On termine avec 577,38 km, soit 138 tours, ravis d'avoir tenu et dépassé notre objectif minimum de 130 tours. Notre option de relais nous avait posé pas mal d'interrogations et de doutes, jusqu'à
encore la veille à l'hôtel. En évitant les défaillances, en ne concédant que 3 minutes au tour

entre le début et la fin de la course, on est assurés maintenant que c'était l'option à choisir. Et heureux de s'être lancés, avec un peu de défiance, un soir de mai 2008 « *et si on le faisait en duo ?!* »

Merci !
Merci à tous ceux qui nous ont encouragés, et qui ont participé à notre collecte au profit de l'Association Laurette Fugain, « 24h contre la leucémie : 500€ pour 500 km en rollers » : 535 € ont été versés à cette association qui lutte contre la leucémie, et pour le don de soi .

ANNEXE III
Les chronos

Temps au tour	Vitesse moyenne	Temps au tour	Vitesse moyenne	Heure / Temps de course
Benoit		Arnaud		
11:35.66	21.66			16:11:27 / 00:11:35
10:20.38	24.29			16:21:48 / 00:21:56
9:53.96	25.37			16:31:42 / 00:31:50
		9:29.78	26.44	16:41:11 / 00:41:19
		9:18.15	26.99	16:50:29 / 00:50:37
		9:01.89	27.80	16:59:31 / 00:59:39
9:56.35	25.26			17:09:28 / 01:09:36
10:00.46	25.09			17:19:28 / 01:19:36
10:18.78	24.35			17:29:47 / 01:29:55
		8:52.18	28.31	17:38:39 / 01:38:47
		9:21.92	26.81	17:48:01 / 01:48:09
		9:29.35	26.46	17:57:30 / 01:57:38
10:00.38	25.09			18:07:31 / 02:07:39
9:56.01	25.28			18:17:27 / 02:17:35
10:01.56	25.04			18:27:28 / 02:27:36
		9:20.96	26.86	18:36:49 / 02:36:57
		9:20.10	26.90	18:46:09 / 02:46:17
		9:12.00	27.29	18:55:21 / 02:55:29
		8:42.53	28.83	19:04:04 / 03:04:12
10:30.81	23.88			19:14:35 / 03:14:43
10:24.57	24.12			19:24:59 / 03:25:07
9:42.22	25.88			19:34:42 / 03:34:50
		9:03.14	27.74	19:43:45 / 03:43:53
		9:37.20	26.10	19:53:22 / 03:53:30
		9:32.95	26.30	20:02:55 / 04:03:03
9:48.52	25.60			20:12:43 / 04:12:51
10:02.04	25.02			20:22:45 / 04:22:53
10:04.35	24.93			20:32:50 / 04:32:58
		9:09.03	27.44	20:41:59 / 04:42:07
		9:24.99	26.67	20:51:24 / 04:51:32
		9:24.69	26.68	21:00:48 / 05:00:56
9:54.30	25.35			21:10:43 / 05:10:51
10:21.85	24.23			21:21:05 / 05:21:13
10:34.71	23.74			21:31:39 / 05:31:47
10:25.12	24.10			21:42:04 / 05:42:12
10:18.53	24.36			21:52:23 / 05:52:31
10:38.11	23.61			22:03:01 / 06:03:09
		9:15.66	27.11	22:12:17 / 06:12:25
		9:25.62	26.64	22:21:42 / 06:21:50
		9:28.17	26.52	22:31:10 / 06:31:18
		9:01.02	27.85	22:40:12 / 06:40:20
		9:34.35	26.23	22:49:46 / 06:49:54
		9:33.24	26.28	22:59:19 / 06:59:27

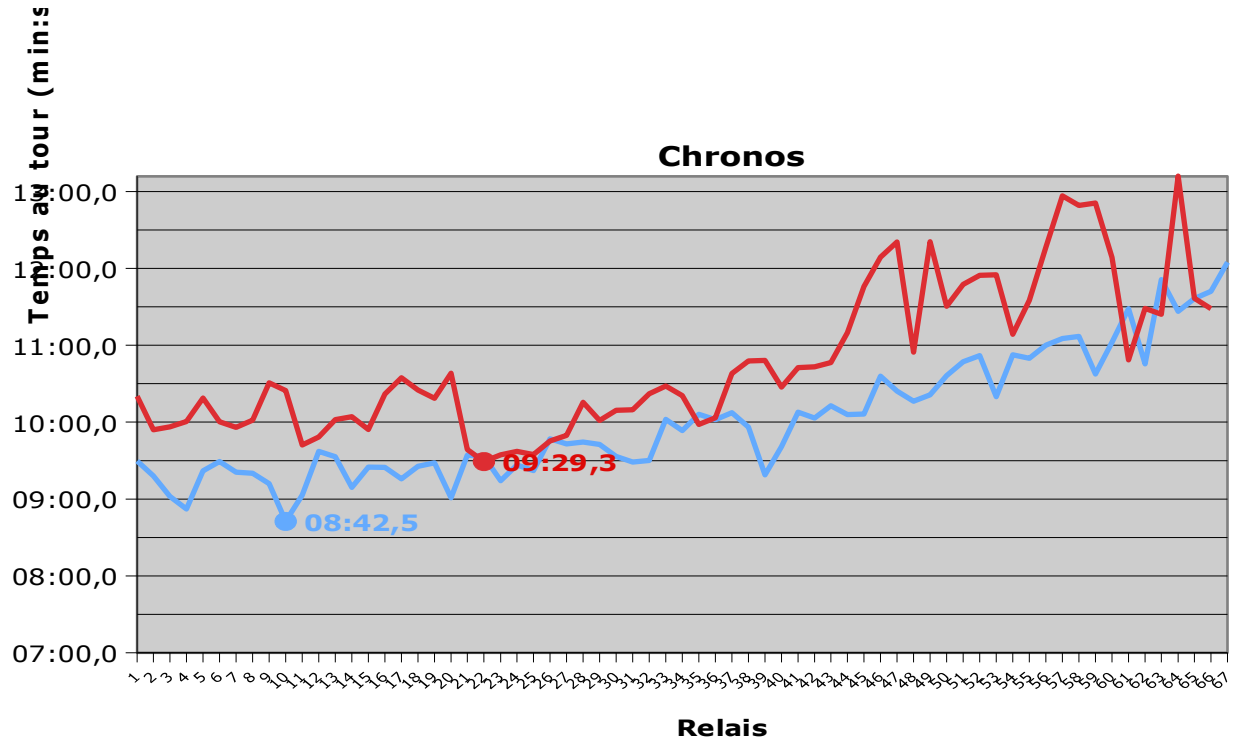
Temps au tour	Vitesse moyenne	Temps au tour	Vitesse moyenne	Heure / Temps de course
Benoit		Arnaud		
9:38.75	26.03			23:08:58 / 07:09:06
9:29.26	26.47			23:18:27 / 07:18:35
9:34.52	26.22			23:28:02 / 07:28:10
		9:14.32	27.18	23:37:16 / 07:37:24
		9:26.45	26.60	23:46:42 / 07:46:50
		9:22.22	26.80	23:56:05 / 07:56:13
9:37.30	26.10			00:05:42 / 08:05:50
9:34.72	26.21			00:15:17 / 08:15:25
9:45.23	25.74			00:25:02 / 08:25:10
9:49.75	25.55			00:34:52 / 08:35:00
		9:47.04	25.66	00:44:39 / 08:44:47
		9:43.04	25.84	00:54:22 / 08:54:30
		9:44.49	25.78	01:04:06 / 09:04:14
10:15.57	24.47			01:14:22 / 09:14:30
10:01.26	25.06			01:24:23 / 09:24:31
10:09.22	24.73			01:34:32 / 09:34:40
		9:42.68	25.86	01:44:15 / 09:44:23
		9:33.17	26.29	01:53:48 / 09:53:56
		9:28.90	26.48	02:03:17 / 10:03:25
10:09.74	24.71			02:13:27 / 10:13:35
10:22.08	24.22			02:23:49 / 10:23:57
10:28.17	23.98			02:34:17 / 10:34:25
		9:30.13	26.43	02:43:47 / 10:43:55
		10:02.16	25.02	02:53:49 / 10:53:57
		9:53.43	25.39	03:03:43 / 11:03:51
10:20.63	24.28			03:14:03 / 11:14:11
9:58.28	25.18			03:24:02 / 11:24:10
10:03.43	24.97			03:34:05 / 11:34:13
		10:06.08	24.86	03:44:11 / 11:44:19
		10:01.91	25.03	03:54:13 / 11:54:21
		10:07.36	24.81	04:04:20 / 12:04:28
10:37.87	23.62			04:14:58 / 12:15:06
10:47.73	23.26			04:25:46 / 12:25:54
10:48.26	23.24			04:36:34 / 12:36:42
		9:56.15	25.27	04:46:30 / 12:46:38
		9:18.87	26.96	04:55:49 / 12:55:57
		9:40.91	25.94	05:05:30 / 13:05:38
10:27.27	24.02			05:15:57 / 13:16:05
10:42.67	23.44			05:26:40 / 13:26:48
10:43.08	23.43			05:37:23 / 13:37:31
		10:07.76	24.79	05:47:31 / 13:47:39
		10:03.20	24.98	05:57:34 / 13:57:42
		10:12.82	24.58	06:07:47 / 14:07:55

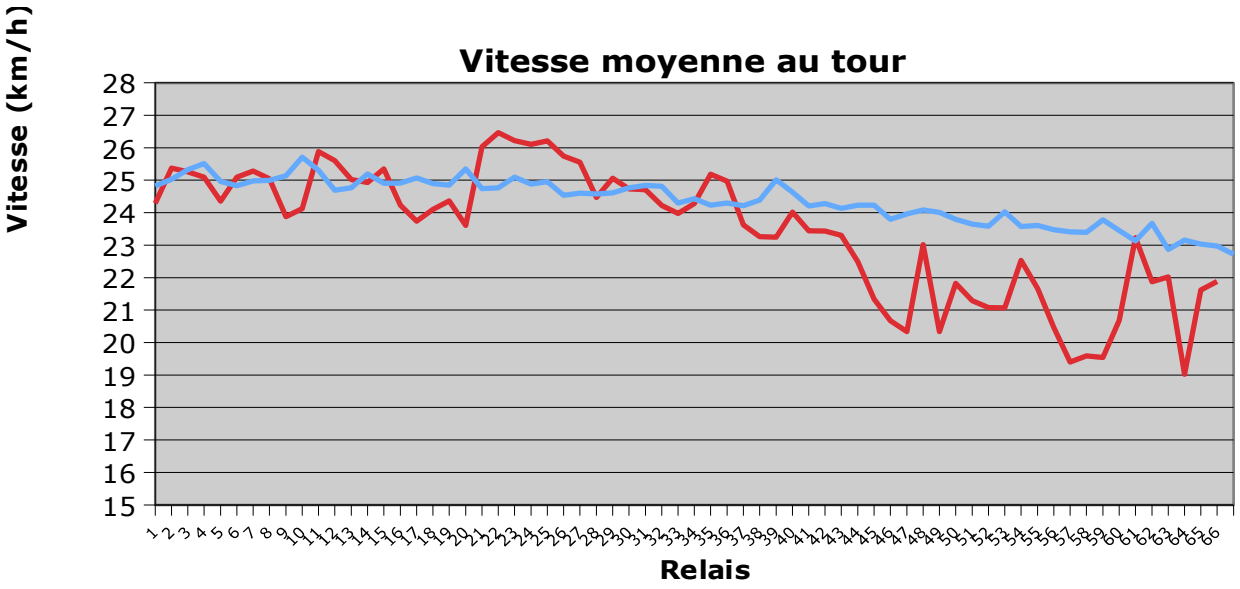
Temps au tour	Vitesse moyenne	Temps au tour	Vitesse moyenne	Heure / Temps de course
Benoit		Arnaud		
10:46.52	23.30			06:18:33 / 14:18:41
11:09.91	22.49			06:29:43 / 14:29:51
11:45.93	21.34			06:41:29 / 14:41:37
		10:06.04	24.86	06:51:35 / 14:51:43
		10:06.28	24.85	07:01:42 / 15:01:50
		10:35.87	23.69	07:12:18 / 15:12:26
12:08.77	20.67			07:24:26 / 15:24:34
12:20.71	20.34			07:36:47 / 15:36:55
10:54.72	23.01			07:47:42 / 15:47:50
		10:24.33	24.13	07:58:06 / 15:58:14
		10:16.27	24.45	08:08:22 / 16:08:30
		10:21.33	24.25	08:18:44 / 16:18:52
12:20.74	20.34			08:31:04 / 16:31:12
11:30.52	21.82			08:42:35 / 16:42:43
11:47.57	21.29			08:54:22 / 16:54:30
		10:36.37	23.67	09:04:59 / 17:05:07
		10:47.19	23.28	09:15:46 / 17:15:54
		10:51.92	23.11	09:26:38 / 17:26:46
11:54.56	21.08			09:38:33 / 17:38:41
11:54.96	21.07			09:50:27 / 17:50:35
11:08.66	22.53			10:01:36 / 18:01:44
		10:19.90	24.30	10:11:56 / 18:12:04
		10:52.50	23.09	10:22:49 / 18:22:57
		10:49.82	23.18	10:33:38 / 18:33:46
11:35.09	21.67			10:45:13 / 18:45:21
12:16.53	20.46			10:57:30 / 18:57:38
12:56.56	19.40			11:10:27 / 19:10:35
		11:00.07	22.82	11:21:27 / 19:21:35
		11:05.19	22.65	11:32:32 / 19:32:40
		11:06.84	22.59	11:43:39 / 19:43:47
12:49.03	19.59			11:56:28 / 19:56:36
12:50.92	19.54			12:09:19 / 20:09:27
12:08.57	20.68			12:21:27 / 20:21:35
		10:37.54	23.63	12:32:05 / 20:32:13
		11:02.36	22.75	12:43:07 / 20:43:15
		11:28.52	21.88	12:54:36 / 20:54:44

Temps au tour	Vitesse moyenne	Temps au tour	Vitesse moyenne	Heure / Temps de course
Benoit		Arnaud		
10:48.62	23.23			13:05:24 / 21:05:32
11:28.74	21.87			13:16:53 / 21:17:01
11:24.16	22.02			13:28:17 / 21:28:25
		10:45.49	23.34	13:39:03 / 21:39:11
		11:51.23	21.18	13:50:54 / 21:51:02
		11:26.42	21.95	14:02:20 / 22:02:28
13:12.10	19.02			14:15:32 / 22:15:40
11:36.76	21.62			14:27:09 / 22:27:17
11:28.61	21.88			14:38:38 / 22:38:46
		11:36.51	21.63	14:50:14 / 22:50:22
		11:42.16	21.46	15:01:56 / 23:02:04
		12:04.83	20.79	15:14:01 / 23:14:09
14:18.77	17.54			15:28:20 / 23:28:28
12:52.03	19.51			15:41:12 / 23:41:20
		12:21.83	20.31	15:53:34 / 23:53:42
		14:40.96	17.10	16:08:15 / 24:08:23

ANNEXE IV

Les variations du temps et de la vitesse par tour





Nom : YAZDANIAN Prénom : Kioumars

Chronobiologie et performances sportives

Thèse n° 2013 TOU3 1045 Toulouse le 9 juillet 2013

Résumé

Chez l'homme des variations périodiques propres à l'organisme existent, variations dites chronobiologiques qui perdurent en dehors de tout phénomène extérieur. Ces cycles, en particulier de périodes quasi journalières (circadiens) ou moindre (ultradiens), ont des répercussions notables sur les activités et l'environnement de l'homme et inversement sont influencés par eux.

L'analyse chronobiologique des cycles de la vigilance et l'établissement d'un programme chronobiologique personnalisé permet d'améliorer les performances sportives. Plus globalement les épreuves sportives peuvent être classées en trois catégories selon leur durée et des propositions différentes existent pour chaque cas.

Un étude de cas à propos de la préparation chronobiologique d'une équipe de rollers lors d'une épreuve de 24 heures en démontre l'intérêt.

Titre, résumé et mots-clés en anglais :

Chronobiology and sports performances

Humans periodic variations specific to the organism exist, called chronobiological variations that persist without any external phenomenon. These cycles, with daily period (circadian) or lower (ultradian) have significant impact on the human activity and environment and conversely are influenced by them.

The chronobiological cycle analysis of vigilance and the establishment of a personalized chronobiological program improve athletic performance. More generally sport practice can be classified into three categories according to their duration and various proposals exist for each case.

A case study about the chronobiological preparation of a team for a 24 hours rollerblades race shows its interest.

Keywords :

chronobiology - performance - rythm - circadian - ultradian - roller - Mans

Discipline administrative : MÉDECINE GÉNÉRALE

Mots-clés :

chronobiologie - sport - performance - rythme - circadien - ultradien - roller - Mans

UFR TOULOUSE III - Paul SABATIER (Faculté de Médecine de Rangueil)
133 route de Narbonne – 31062 TOULOUSE cedex 04 – France

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Christian BOURBON