HAL
open science

Evaluation physique des pilotes de haut niveau dans le sport automobile français

Julien Eck

To cite this version:

Julien Eck. Evaluation physique des pilotes de haut niveau dans le sport automobile français. Sciences du Vivant [q-bio]. 2014. hal-01732619

HAL Id: hal-01732619

https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01732619

Submitted on 14 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10
http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
2014

FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY
N° 6668

THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

par

Julien ECK

Le 17 octobre 2014

Evaluation physique des pilotes de haut niveau dans le sport automobile français.

Examinateurs de la thèse :

M. Claude MEISTELMAN	Professeur	Président
M. Bruno CHENUEL	Professeur	Juge
M. Thomas FUCHS-BUDER	Professeur	Juge
M. Jean Marc LALOT	Docteur en médecine	Juge

UNIVERSITE DE LORRAINE

FACULTE DE MEDECINE DE NANCY

Président de l'Université de Lorraine: **Professeur Pierre MUTZENHARDT**

Doyen de la Faculté de Médecine: **Professeur Henry COUDANE**

Vice-Doyen « Finances »: Professeur Marc BRAUN

Vice-Doyen « Formation permanente »: Professeur Hervé VESPIGNANI

Vice-Doyen « Vie étudiante »: M. Pierre-Olivier BRICE

Assesseurs:

- 1er Cycle et délégué FMN Paces :	**Docteur Mathias POUSSEL**
- 2ème Cycle :	**Mme la Professeure Marie-Reine LOSSER**
- 3ème Cycle : 1. « *DES Spécialités Médicales, Chirurgicales et Biologiques* »	**Professeur Marc DEBOUVERIE**
2. « *DES Spécialité Médecine Générale* »	**Professeur Associé Paolo DI PATRIZIO**
3. « Gestion DU – DIU »	**Mme la Professeure I. CHARY-VALKENAERE**
- Plan campus :	**Professeur Bruno LEHEUP**
- Ecole de chirurgie et nouvelles pédagogies :	**Professeur Laurent BRESLER**
- Recherche :	**Professeur Didier MAINARD**
- Relations Internationales :	**Professeur Jacques HUBERT**
- Mono appartenants, filières professionnalisantes :	**Docteur Christophe NEMOS**
- Vie Universitaire et Commission vie Facultaire :	**Docteur Stéphane ZUILY**
- Affaires juridiques, modernisation et gestions partenaires externes:	**Mme la Docteure Frédérique CLAUDOT**
- Réingénierie professions paramédicales :	**Mme la Professeure Annick BARBAUD**

DOYENS HONORAIRES

Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER

==========

PROFESSEURS HONORAIRES

Jean-Marie ANDRE - Daniel ANTHOINE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY
Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL – Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE
Jean-Louis BOUTROY - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT - François CHERRIER
Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY - Jean-Pierre DELAGOUTTE - Emile de LAVERGNE - Jean-Pierre DESCHAMPS
Jean DUHEILLE - Jean-Bernard DUREUX - Gérard FIEVE - Jean FLOQUET - Robert FRISCH
Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ
Oliéro GUERCI - Claude HURIET - Christian JANOT - Michèle KESSLER - Jacques LACOSTE
Henri LAMBERT - Pierre LANDES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN
Bernard LEGRAS - Jean-Pierre MALLIÉ - Michel MANCIAUX - Philippe MANGIN - Pierre MATHIEU - Michel MERLE

Denise MONERET-VAUTRIN - Pierre MONIN - Pierre NABET - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre PAYSANT - Francis PENIN
Gilbert PERCEBOIS - Claude PERRIN - Guy PETIET - Luc PICARD - Michel PIERSON - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL
Jean PREVOT - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER – Denis REGENT - Michel RENARD - Jacques ROLAND
René-Jean ROYER - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER - Claude SIMON - Danièle SOMMELET
Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT- Augusta TREHEUX - Hubert UFFHOLTZ - Gérard VAILLANT
Paul VERT - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Michel WAYOFF - Michel WEBER

==========

1.1 PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Daniel ANTHOINE - Professeur Gérard BARROCHE Professeur Pierre BEY - Professeur Patrick BOISSEL
Professeur Michel BOULANGE – Professeur Jean-Louis BOUTROY - Professeur Jean-Pierre CRANCE
Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE - Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ - Professeure Simone GILGENKRANTZ
Professeure Michèle KESSLER - Professeur Pierre MONIN - Professeur Jean-Pierre NICOLAS - Professeur Luc PICARD
Professeur Michel PIERSON - Professeur Michel SCHMITT - Professeur Jean-François STOLTZ - Professeur Michel STRICKER Professeur Hubert UFFHOLTZ - Professeur Paul VERT - Professeure Colette VIDAILHET - Professeur Michel VIDAILHET Professeur Michel WAYOFF

==========

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42ème Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1ère sous-section : *(Anatomie)*
Professeur Gilles GROSDIDIER - Professeur Marc BRAUN
2ème sous-section : *(Cytologie et histologie)*
Professeur Bernard FOLIGUET – Professeur Christo CHRISTOV
3ème sous-section : *(Anatomie et cytologie pathologiques)*
Professeur François PLENAT – Professeur Jean-Michel VIGNAUD

43ème Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDECINE

1ère sous-section : *(Biophysique et médecine nucléaire)*
Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER
2ème sous-section : *(Radiologie et imagerie médecine)*
Professeur Michel CLAUDON – Professeure Valérie CROISÉ-LAURENT
Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM – Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur René ANXIONNAT

44ème Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1ère sous-section : *(Biochimie et biologie moléculaire)*
Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER – Professeur Bernard NAMOUR
2ème sous-section : *(Physiologie)*
Professeur François MARCHAL – Professeur Bruno CHENUEL – Professeur Christian BEYAERT
3ème sous-section : *(Biologie Cellulaire)*
Professeur Ali DALLOUL
4ème sous-section : *(Nutrition)*
Professeur Olivier ZIEGLER – Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT

45ème Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1ère sous-section : *(Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière)*
Professeur Alain LE FAOU - Professeur Alain LOZNIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER
2ème sous-section : *(Parasitologie et Mycologie)*
Professeure Marie MACHOUART
3ème sous-section : *(Maladies infectieuses ; maladies tropicales)*
Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD

46ème Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1ère sous-section : *(Épidémiologie, économie de la santé et prévention)*
Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Francis GUILLEMIN
Professeur Denis ZMIROU-NAVIER – Professeur François ALLA
2ème sous-section : *(Médecine et santé au travail)*
Professeur Christophe PARIS
3ème sous-section : *(Médecine légale et droit de la santé)*
Professeur Henry COUDANE
4ème sous-section : *(Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)*
Professeur François KOHLER – Professeure Eliane ALBUISSON

47ème Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1ère sous-section : *(Hématologie ; transfusion)*

Professeur Pierre FEUGIER

2ème sous-section : *(Cancérologie ; radiothérapie)*

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY - Professeur Didier PEIFFERT

Professeur Frédéric MARCHAL

3ème sous-section : *(Immunologie)*

Professeur Gilbert FAURE – Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT

4ème sous-section : *(Génétique)*

Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

48ème Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1ère sous-section : *(Anesthésiologie - réanimation ; médecine d'urgence)*

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Gérard AUDIBERT

Professeur Thomas FUCHS-BUDER – Professeure Marie-Reine LOSSER

2ème sous-section : *(Réanimation ; médecine d'urgence)*

Professeur Alain GERARD - Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Bruno LÉVY – Professeur Sébastien GIBOT

3ème sous-section : *(Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)*

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET

4ème sous-section : *(Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie)*

Professeur François PAILLE – Professeur Faiez ZANNAD - Professeur Patrick ROSSIGNOL

49ème Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

1ère sous-section : *(Neurologie)*

Professeur Hervé VESPIGNANI - Professeur Xavier DUCROCQ – Professeur Marc DEBOUVERIE

Professeur Luc TAILLANDIER - Professeur Louis MAILLARD

2ème sous-section : *(Neurochirurgie)*

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE – Professeur Olivier KLEIN

Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS

3ème sous-section : *(Psychiatrie d'adultes ; addictologie)*

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Raymund SCHWAN

4ème sous-section : *(Pédopsychiatrie ; addictologie)*

Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC – Professeur Bernard KABUTH

5ème sous-section : *(Médecine physique et de réadaptation)*

Professeur Jean PAYSANT

50ème Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1ère sous-section : *(Rhumatologie)*

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

2ème sous-section : *(Chirurgie orthopédique et traumatologique)*

Professeur Daniel MOLE - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX – Professeur Laurent GALOIS

3ème sous-section : *(Dermato-vénéréologie)*

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeure Annick BARBAUD

4ème sous-section : *(Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)*

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

51ème Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

1ère sous-section : *(Pneumologie ; addictologie)*

Professeur Yves MARTINET – Professeur Jean-François CHABOT – Professeur Ari CHAOUAT

2ème sous-section : *(Cardiologie)*

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILLIERE

Professeur Nicolas SADOUL - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET

3ème sous-section : *(Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)*

Professeur Jean-Pierre VILLEMOT – Professeur Thierry FOLLIGUET

4ème sous-section : *(Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)*

Professeur Denis WAHL – Professeur Sergueï MALIKOV

52ème Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1ère sous-section : *(Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)*

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI – Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

3ème sous-section : *(Néphrologie)*

Professeure Dominique HESTIN – Professeur Luc FRIMAT

4ème sous-section : *(Urologie)*
Professeur Jacques HUBERT – Professeur Pascal ESCHWEGE

53ème Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET CHIRURGIE GÉNÉRALE
1ère sous-section : *(Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)*
Professeur Jean-Dominique DE KORWIN – Professeur Pierre KAMINSKY - Professeur Athanase BENETOS
Professeure Gisèle KANNY – Professeure Christine PERRET-GUILLAUME
2ème sous-section : *(Chirurgie générale)*
Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeur Ahmet AYAV

54ème Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION
1ère sous-section : *(Pédiatrie)*
Professeur Jean-Michel HASCOET - Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET
Professeur Cyril SCHWEITZER – Professeur Emmanuel RAFFO – Professeure Rachel VIEUX
2ème sous-section : *(Chirurgie infantile)*
Professeur Pierre JOURNEAU – Professeur Jean-Louis LEMELLE
3ème sous-section : *(Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)*
Professeur Philippe JUDLIN – Professeur Olivier MOREL
4ème sous-section : *(Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)*
Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

55ème Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU
1ère sous-section : *(Oto-rhino-laryngologie)*
Professeur Roger JANKOWSKI – Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER
2ème sous-section : *(Ophtalmologie)*
Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeure Karine ANGIOI

3ème sous-section : *(Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)*
Professeur Jean-François CHASSAGNE – Professeure Muriel BRIX
==========

1.2 PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

61ème Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL
Professeur Walter BLONDEL

64ème Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE
Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER
==========

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE
Professeur Jean-Marc BOIVIN

PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE
Professeur associé Paolo DI PATRIZIO
==========

1.3 MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42ème Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE
1ère sous-section : *(Anatomie)*
Docteur Bruno GRIGNON – Docteure Manuela PEREZ
2ème sous-section : *(Cytologie et histologie)*
Docteur Edouard BARRAT - Docteure Françoise TOUATI – Docteure Chantal KOHLER
3ème sous-section : *(Anatomie et cytologie pathologiques)*
Docteure Aude MARCHAL – Docteur Guillaume GAUCHOTTE

43ème Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDECINE
1ère sous-section : *(Biophysique et médecine nucléaire)*
Docteur Jean-Claude MAYER - Docteur Jean-Marie ESCANYE
2ème sous-section : (Radiologie et imagerie médecine)
Docteur Damien MANDRY

44ème Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1ère sous-section : *(Biochimie et biologie moléculaire)*

Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN – Docteur Marc MERTEN

Docteure Catherine MALAPLATE-ARMAND - Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA

2ème sous-section : ***(Physiologie)***

Docteur Mathias POUSSEL – Docteure Silvia VARECHOVA

3ème sous-section : ***(Biologie Cellulaire)***

Docteure Véronique DECOT-MAILLERET

45ème Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1ère sous-section : *(Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)*

Docteure Véronique VENARD – Docteure Hélène JEULIN – Docteure Corentine ALAUZET

3ème sous-section : *(Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales)*

Docteure Sandrine HENARD

46ème Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1ère sous-section : *(Epidémiologie, économie de la santé et prévention)*

Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE – Docteure Frédérique CLAUDOT – Docteur Cédric BAUMANN

2ème sous-section *(Médecine et Santé au Travail)*

Docteure Isabelle THAON

3ème sous-section *(Médecine légale et droit de la santé)*

Docteur Laurent MARTRILLE

4ère sous-section : *(Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*

Docteur Nicolas JAY

47ème Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

2ème sous-section : *(Cancérologie ; radiothérapie : cancérologie (type mixte : biologique)*

Docteure Lina BOLOTINE

4ème sous-section : *(Génétique)*

Docteur Christophe PHILIPPE – Docteure Céline BONNET

48ème Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

3ème sous-section : *(Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique)*

Docteure Françoise LAPICQUE – Docteur Nicolas GAMBIER – Docteur Julien SCALA-BERTOLA

50ème Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1ère sous-section : ***(Rhumatologie)***

Docteure Anne-Christine RAT

3ème sous-section : *(Dermato-vénéréologie)*

Docteure Anne-Claire BURSZTEJN

4ème sous-section : ***(Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)***

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51ème Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

3ème sous-section : *(Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire)*

Docteur Fabrice VANHUYSE

4ème sous-section : ***(Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)***

Docteur Stéphane ZUILY

53ème Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

1ère sous-section : *(Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)*

Docteure Laure JOLY

54ème Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

5ème sous-section : *(Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale)*

Docteur Jean-Louis CORDONNIER

==========

MAÎTRE DE CONFÉRENCE DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Docteure Elisabeth STEYER

==========

1.4 MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5ème Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

19ème Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

60ème Section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE, GÉNIE CIVIL

Monsieur Alain DURAND

61ème Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Monsieur Jean REBSTOCK

64ème Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS – Monsieur Pascal REBOUL – Monsieur Nick RAMALANJAONA

65ème Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Monsieur Jean-Louis GELLY - Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE

Monsieur Christophe NEMOS - Madame Natalia DE ISLA - Madame Nathalie MERCIER – Madame Céline HUSELSTEIN

66ème Section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

==========

1.5 MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale

Docteure Sophie SIEGRIST - Docteur Arnaud MASSON - Docteur Pascal BOUCHE

==========

1.6 DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)

Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)
Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würtzburg (R.F.A)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)

Professeure Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)

Professeur James STEICHEN (1997)
Université d'Indianapolis (U.S.A)

Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)

Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)

Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)

Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume-Uni)

Professeur Yunfeng ZHOU (2009)
Université de Wuhan (CHINE)

Professeur David ALPERS (2011)
Université de Washington (U.S.A)

Professeur Martin EXNER (2012)
Université de Bonn (ALLEMAGNE)

REMERCIEMENTS

A notre Président de Jury,

M. Claude MEISTELMAN,
Professeur d'Anesthésiologie et de Réanimation Chirurgicale.

Nous vous remercions d'avoir accepté la présidence de ce jury et nous vous en sommes très reconnaissant.

Vous nous avez accueilli dans votre spécialité et encouragé avec bienveillance tout au long de notre cursus.

Nous avons bénéficié au cours de notre internat de votre expérience et de votre enseignement.

Vous nous avez permis d'allier notre métier à notre passion.

Que ce travail soit l'occasion de vous témoigner toute notre gratitude et notre profond respect.

A notre Juge,

M. Bruno CHENUEL,

Professeur de Physiologie.

Nous vous remercions d'avoir accepté de juger ce travail.

Nous avons particulièrement apprécié votre gentillesse et votre disponibilité.

Soyez assuré de notre reconnaissance.

A notre Juge,

M. Thomas FUCHS-BUDER,

Professeur d'Anesthésiologie et de Réanimation chirurgicale.

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger notre travail de thèse.

Nous tenons à vous faire part de notre sincère respect et de notre reconnaissance.

A notre Juge,

M. Jean Marc LALOT,

Docteur en Médecine.

Vous nous faites l'honneur d'être membre de ce jury et de donner votre avis sur ce travail.

Nous avons pu apprécier, tout au long de notre internat, vos qualités humaines et professionnelles ainsi que votre sens clinique.

Nous vous remercions de nous avoir accompagné lors de notre découverte des Vosges et nous sommes honoré de continuer à travailler à vos côtés lors des prochaines années à venir.

A nos maîtres d'internat, et ceux qui nous ont accompagné,

Madame le Pr Losser,

Monsieur le Pr Audibert,

Monsieur le Pr Bouaziz,

A toutes les personnes des équipes des différents services qui m'ont tous beaucoup appris sur mon métier et sur moi-même, et qui ont fait preuve de beaucoup de patience, de gentillesse et de professionnalisme. Merci aux médecins, secrétaires, IADE(s), infirmières, aides-soignantes, ambulanciers (ères), ASH...

A mes co-internes avec qui ce fut un réel plaisir de travailler dans la joie et la bonne humeur : Charlotte, Anne, Nathanael, Thomas, Jean Romain, Vincent, Nicolas, Jérôme, Alice, Marie, Elodie et tous les autres !

A Basile et Kevin, avec qui l'aventure va se poursuivre pendant quelques années de plus. Je tiens à m'excuser par avance pour les plaques de rallye et les posters de voiture de course dans notre bureau !

Mes proches, mes amis,

A mes parents, qui m'ont toujours soutenu. Vous m'avez enseigné des valeurs essentielles qui me guident à chaque instant.

A ma tante Pina, qui m'a servi d'exemple tout au long de mes études.

A Priscilla, merci d'être à mes côtés et merci pour ton soutien.

A toute ma famille : ma grand mère, mon grand père disparu, mes tantes (Françoise et Thérèse), mes oncles (Gaétan, Mario et Michel), mes cousins (Anthony et Lucas) et mes cousines (Clara et Laura).

A toute la famille Eck.

A mes amis d'enfance : Damien, Guillaume, Julien, Mathieu, Pascalou et Stéphane.

Aux amis rencontrés lors de mes années passées à Nancy : Amélie, Isabelle, Laetitia, Marion, Max & Véronique.

SERMENT

« Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque ».

Abréviations utilisées:

ASACAD : Auto Sport Academy.

CART : Championship Auto Racing Teams.

CO : Monoxyde de Carbone.

ECG : Electrocardiogramme.

EFR : Epreuves Fonctionnelles Respiratoires.

ESC : European Society of Cardiology.

ETT : Echocardiographie TransThoracique.

FFSA : Fédération Française du Sport Automobile.

FIA : Fédération Internationale de l'Automobile.

IMC : Indice de Masse Corporelle.

IRM : Imagerie par Résonnance Magnétique.

MET : Metabolic Equivalent of Task.

NASCAR: National Association for Stock Car Auto Racing.

QR : Quotient Respiratoire.

RFT : Système de Retenue Frontale de la Tête.

SFMS : Société Française de Médecine du Sport.

SHN : Sportif de Haut Niveau.

VO2 : consommation en oxygène.

Table des Matières

1. Introduction **18**

2. Généralités **19**

2.1. Réglementation 19

2.1.1. Définition du statut de Sportif de Haut Niveau 19

2.1.2. Encadrement médical des SHN 20

2.1.3. Règlementation FIA et FFSA 22

2.2. La visite d'aptitude pour les pilotes de haut niveau 24

2.2.1. L'examen clinique 24

2.2.2. Les examens complémentaires 26

2.2.2.1. L'échocardiographie transthoracique 26

2.2.2.2. L'épreuve d'effort maximal 26

2.2.2.3. Les autres examens complémentaires 29

2.3. Contraintes physiques liées au sport automobile 29

2.3.1. Les contraintes cardiovasculaires 29

2.3.2. La force musculaire 31

2.3.3. L'influence de la chaleur et de la sudation 34

2.3.4. L'effet du Monoxyde de Carbone (CO) 36

2.3.5. Les contraintes psychologiques 37

3. Etude **38**

3.1. Matériel et Méthode 38

3.1.1. But de l'étude 38

3.1.2. Type de l'étude 38
3.1.3. Critères d'inclusion 38
3.1.4. Critères d'exclusion 39
3.1.5. Critères étudiés 39
3.1.6. Analyse statistique 39
3.2. Résultats 39
3.2.1. Répartition des sportifs 39
3.2.2. Les critères médicaux 41
3.2.3. Les critères physiques et ceux de performance 42

4. Discussion **44**
4.1. Analyse des résultats 44
4.2. Les points forts de l'étude 45
4.3. Les points faibles de l'étude 46
4.4. Comparaison des résultats 47
4.4.1. Comparaison des paramètres anthropomorphiques 47
4.4.2. Comparaison de la VO2 maximale 48

5. Conclusion **51**

Chapitre 1

Introduction

Les aspects médicaux du sport automobile sont peu connus et peu étudiés. De plus, lors d'une course automobile, le spectateur ne se rend pas compte de l'effort fourni par le pilote. Seul le spectacle offert par le maniement et la maîtrise de la voiture de course est visible. Les pilotes ont donc dû lutter pendant de nombreuses années contre certains stéréotypes afin d'être reconnus comme athlètes de haut niveau.

Il s'agit d'un sport exigeant, où la moindre erreur peut se solder par une sortie de piste, voire parfois par de graves blessures, voire le décès. Lors d'une course, le pilote doit contrôler son véhicule à haute vitesse (entre 150 et 300 km/h) et effectuer une multitude de tâches. Il doit maîtriser son automobile en s'approchant de ses limites (braquer, freiner, accélérer...) tout en encaissant les contraintes physiologiques liées à son environnement (chaleur, bruit, vibrations...). L'aspect psychologique est tout aussi important car il doit rester concentré tout en gérant sa course (ravitaillement, dépassement, adaptation à l'environnement, communication avec son équipe, hydratation...). L'organisme du pilote est soumis à de rudes sollicitations et nécessite donc une préparation adaptée.

D'autre part, les contraintes endurées et le statut de Sportif de Haut Niveau imposent un suivi médical important et régulier. Celui-ci permet de prévenir les complications liées à la pratique intensive de ce sport en dépistant les troubles de façon précoce, et de préparer au mieux les athlètes à leurs compétitions. Le suivi est encadré par la FFSA en France.

Si on peut considérer le pilotage automobile comme un sport, il existe très peu de données et d'études concernant leur niveau physique et la comparaison avec des sportifs d'autres disciplines. Le but de cette étude est de faire le point sur le niveau physique et le niveau de performance des pilotes français inscrits sur la liste des sportifs de haut niveau.

Chapitre 2

Généralités

2.1 Règlementation

Nous allons aborder les différents textes de loi, encadrant le statut de SHN, et ceux destinés aux pilotes, au niveau national et international.

2.1.1 Définition du statut de SHN

Le statut de SHN est fixé par le décret n°2002-707 du 29 avril 2002 pris pour l'application de l'article 26 de la loi n°84-610 du 16 juillet 1984 [1].

La qualité de SHN s'obtient par l'inscription sur la liste des SHN arrêtée par le ministre chargé des sports. Pour valider cette inscription il faut :

- que la proposition soit faite par une fédération sportive délégataire ;
- qu'il participe ou ait participé à une compétition au niveau international d'une discipline reconnue de haut niveau ;
- qu'il justifie d'un niveau suffisant permettant son inscription en catégorie Elite, Sénior, Jeune ou Reconversion ;
- qu'il soit âgé d'au minimum de douze ans lors de son inscription.

Il existe différentes catégories de « haut niveau » :

La catégorie ***Elite*** : y sont inscrits les sportifs réalisant une performance ou un classement significatif, à titre individuel ou en tant que membre d'une équipe de France, lors des jeux Olympiques, championnats du monde, championnats d'Europe ou dans des compétitions dont la liste est fixée par la Commission

nationale du sport de haut niveau. L'inscription dans cette catégorie est valable deux ans et peut être renouvelée en fonction des résultats obtenus.

La catégorie ***Sénior*** : y sont inscrits les sportifs sélectionnés par la fédération délégataire concernée dans une équipe de France pour préparer les compétions internationales officielles figurant au calendrier des fédérations internationales durant l'olympiade en cours. L'inscription dans cette catégorie est valable un an et peut être renouvelée. Cela ne s'applique pas aux sportifs automobiles, sauf exception.

La catégorie ***Jeune*** : y sont inscrits les sportifs sélectionnés dans une équipe de France par la fédération concernée pour préparer les compétitions internationales officielles de sa catégorie d'âge figurant au calendrier des fédérations internationales. L'inscription est valable un an et est renouvelable.

La catégorie ***Reconversion*** : y sont inscrits les sportifs ayant été inscrits sur la liste des SHN dans les catégories autres que la catégorie Reconversion pendant 4 ans, dont au moins trois ans dans la catégorie Senior. L'inscription est valable un an et peut être renouvelée dans une limite de cinq ans.

2.1.2 Encadrement médical des SHN

L'encadrement médical est fixé par l'arrêté du 11 février 2004 fixant la nature et la périodicité des examens médicaux prévus aux articles L. 3621-2 et R. 3621-3 du code de la santé publique, qui été consolidé par l'arrêté du 16 juin 2006 [2].

Pour pouvoir être inscrits sur la liste des SHN ou des Espoirs, les sportifs doivent effectuer les examens suivants :

- un examen médical complet réalisé selon les recommandations de la SFMS par un médecin diplômé en médecine du sport ;
- une recherche par bandelette urinaire de protéinurie, glycosurie, hématurie et nitrites ;
- un ECG standardisé de repos avec compte rendu médical ;
- une ETT de repos avec compte rendu médical ;

- une épreuve d’effort d’intensité maximale couplée à la mesure des échanges gazeux et à des EFR ;
- un examen dentaire certifié par un spécialiste ;
- une IRM du rachis cervical dans le cas de certains sports considérés à risque particulier : football américain, plongeon de haut vol, rugby à XV et à XIII.

Pour les sportifs inscrits sur la liste des SHN ou dans les filières d’accès au sport de haut niveau, la périodicité des examens médicaux est la suivante :

- Un examen médical deux fois par an comportant :
  - un entretien avec le médecin chargé du suivi ;
  - un examen physique ;
  - des mesures anthropométriques ;
  - un bilan diététique ;
  - un bilan psychologique chez les mineurs.

- Une fois par an :
  - un examen dentaire certifié par un spécialiste ;
  - un ECG standardisé avec compte rendu médical ;
  - un examen biologique comportant : numération-formule sanguine, réticulocytes, ferritine.
  - un bilan psychologique pour les adultes.

- Une fois tous les quatre ans :
  - une épreuve d’effort maximal.

A noter que les sportifs espoirs qui ont bénéficié d’une ETT alors qu’ils étaient âgés de moins de quinze ans doivent renouveler cet examen entre dix-huit et vingt ans.

Des examens complémentaires spécifiques peuvent être exigés pour certaines disciplines :

- Un examen ophtalmologique annuel pour les sports mécaniques, les sports aériens, les disciplines alpines et les sports de combats.
- Un examen ORL annuel pour les sports aériens et les sports sous-marins.

- Un examen biologique trois fois par an pour l'athlétisme, l'aviron, le biathlon, la course d'orientation, le cyclisme, la natation, le pentathlon moderne, le roller skating, le ski de fond et le triathlon.

Le statut de SHN sous-entend une pratique intensive du sport ; plus de huit heures de sport hebdomadaires. Devant la sollicitation importante de l'appareil cardio-vasculaire des sportifs, il est indispensable de réaliser un bilan complet, afin de diagnostiquer des pathologies sous-jacentes qui peuvent être méconnues ou des complications liées à la pratique intensive du sport. Le principal risque à éliminer est celui de mort subite. En effet, l'appareil cardio-circulatoire va subir un remodelage morphologique et fonctionnel, qui est physiologique et dénommé cœur d'athlète (dilatation et hypertrophie homogène du cœur, bradycardie...). Ces modifications physiologiques sont rencontrées en particulier dans les sports dits d'endurance (cyclisme, athlétisme, ski nordique).

Le risque relatif de mort subite d'origine cardiovasculaire a été estimé à 2,5 chez le sportif par rapport au sédentaire du même âge, entre 12 et 35 ans [3]. Concernant les étiologies de mort subite d'origine cardiovasculaire, il faut considérer deux populations.

La première concerne les sportifs de plus de 35 ans, où la première cause est la maladie athéroscléreuse.

La seconde concerne les sportifs entre 12 et 35 ans, où les causes sont congénitales et héréditaires. Il s'agit de cardiomyopathies (maladie arythmogène du ventricule droit, cardiomyopathie hypertrophique), d'anomalies congénitales des artères coronaires et des myocardites [4].

L'évaluation physique lors de la visite d'aptitude chez un médecin du sport est focalisée sur le dépistage de ce type de complications.

2.1.3 Règlementation FIA et FFSA

La FIA publie sa règlementation réactualisée annuellement qui est l'Annexe L au code sportif international, qui encadre la délivrance des licences internationales, le règlement pour le contrôle médical des pilotes, l'équipement des pilotes et le code de conduite sur circuit [5].

Le chapitre deux expose la règlementation concernant le contrôle médical des pilotes. Chaque fédération nationale doit pouvoir disposer d'une Commission Médicale Nationale spécialisée en médecine du sport et dans les problèmes propres au sport automobile.

Concernant la FFSA, la commission est constituée d'un Président et de onze membres, élus pour une durée de quatre ans.

Les contre-indications absolues à l'obtention d'une licence sont :

- l'épilepsie traitée ou non, avec une manifestation clinique depuis les dix dernières années.
- tout problème cardiovasculaire avec risque de mort subite.
- cécité monoculaire survenue depuis moins de cinq ans.

Certaines affections permettent de postuler pour l'obtention d'une licence pour capacités spéciales :

- limitations articulaires, amputations.
- troubles sensitivomoteurs centraux ou périphériques.

D'autres affections ou infirmités nécessitent l'avis médical de la Commission Médicale ou d'un médecin agréé :

- diabète de type I ou de type II.
- tout état cardiaque ou artériel pathologique.
- troubles du comportement nécessitant une prise en charge psychiatrique.
- tout problème de santé pouvant avoir de part sa nature ou ses traitements des conséquences néfastes pour la pratique du sport automobile.

La visite médicale est nécessaire pour la délivrance d'une licence et correspond à un des examens annuels pour les SHN.

Les pilotes de haut niveau français sont suivis par des médecins référents à la FFSA, au centre médico-sportif du Kremlin Bicêtre et au centre médico-sportif de Chamonix pour les espoirs. Les dossiers médicaux sont centralisés et stockés au siège de la fédération à Paris.

2.2 La visite d’aptitude pour les pilotes de haut niveau

2.2.1 L’examen clinique

L’examen clinique du SHN se fait lors de la consultation avec le médecin référent auprès de la FFSA. Il peut être demandé au pilote de remplir un questionnaire tel celui proposé par la SFMS (Annexe 1) [6]. L’examen clinique sera lui aussi guidé par la fiche de la SFMS (Annexe 2).

- L’interrogatoire : Il insiste sur les antécédents familiaux (cardiopathies, mort subite...), les antécédents chirurgicaux, médicaux et traumatologiques. Il est également important de préciser la notion de traitement au long cours ou ponctuel suite à une pathologie intercurrente (Autorisation pour Usage Thérapeutique), et celle d’allergie. Il est également nécessaire de s’intéresser aux performances de l’athlète, à la fréquence des ses entraînements et aux autres sports qu’il peut pratiquer.

- L’examen physique : Il débute par une mesure du poids, de la taille et de l’IMC. La pression artérielle et la fréquence cardiaque sont mesurées au repos. Il se poursuit par un examen morphologique du rachis (lordose, cyphose, scoliose), des membres inférieurs, des membres supérieurs, des articulations, de l’état musculaire et tendineux. Il comporte également un examen cardiovasculaire minutieux (auscultation cardiaque, recherche de souffle, palpation des pouls périphériques).

- Un entretien nutritionnel : Il est réalisé afin de connaître les habitudes alimentaires et les régimes entrepris, dans le but de dépister les carences alimentaires et éventuellement de fournir des conseils pour l’alimentation au cours des compétitions.

- Un entretien psychologique : Il est réalisé pour détecter des troubles psychologiques pouvant interférer lors de la pratique du sport (troubles anxieux, état de stress post-traumatique). Le sportif est également sensibilisé à la lutte contre le dopage.

- Le test de Ruffier Dickson : Il correspond à la mesure du pouls au repos, puis après l’exécution de 30 flexions complètes des jambes en 45

secondes, et une minute après la fin de l'exercice. Il permet de calculer l'Indice de Ruffier et l'indice de Dickson. Le test est toujours réalisé de façon quasi systématique lors de la consultation médicale auprès des médecins référents de la FFSA. Il n'a pas d'intérêt à partir du moment où une épreuve d'effort maximal est réalisée.

- La bandelette urinaire : C'est un examen possédant une grande sensibilité, mais une faible spécificité et un coût minime. Il permet de déceler certaines pathologies (néphropathie, diabète...). Toute anomalie entraînera des explorations complémentaires.

- L'ECG au repos : Il a pour but de dépister certaines pathologies cardiovasculaires. Des recommandations ont été publiées par l'ESC sur son interprétation et la conduite à tenir [7]. Deux groupes d'anomalies ont été identifiés : le groupe 1 comprenant les atypies ne contre-indiquant pas la pratique du sport à haut niveau et le groupe 2 comprenant les anomalies nécessitant des explorations complémentaires.

Groupe 1	Groupe 2
Bradycardie sinusale	**Ondes T négatives**
BAV du premier degré	**Sous-décalage du segment ST**
BBD incomplet	**Ondes Q pathologiques**
Repolarisation précoce	**HAG**
Critères isolés de QRS amples (≥25mm) pour une HVG électrique	**Déviation axiale gauche / HBAG**
	Déviation axiale droite / HBPG
	Pré-excitation ventriculaire
	BBD ou BBG complet
	Intervalle QT long ou court
	Syndrome de Brugada
	Arythmies ventriculaires

Tableau 1 : Classification des anomalies ECG chez l'athlète d'après (9). BAV : bloc auriculo-ventriculaire ; BBD : bloc de branche droit ; HVG : hypertrophie ventriculaire gauche ; HAG : hypertrophie auriculaire gauche ; HBAG : hémi bloc antérieur gauche ; HBPG : hémi bloc postérieur gauche ; BBG : bloc de branche gauche

Figure 1 : Groupes d'anomalies ECG.

2.2.2 Les examens complémentaires

2.2.2.1 L'échocardiographie transthoracique

L'ETT de repos s'intègre dans le bilan cardiovasculaire des SHN. En effet, elle permet de diagnostiquer des anomalies morphologiques du cœur et des vaisseaux (aorte, coronaires), ou des anomalies fonctionnelles. Des études italiennes [8] et américaines [9] ont montré son intérêt dans le diagnostic de pathologies pouvant entraîner des morts subites, ou dans le suivi de l'évolution de certaines anomalies ou pathologies.

La principale limite de cet examen est qu'il s'agit d'un examen opérateur-dépendant, nécessitant un praticien expérimenté, familiarisé avec les modifications physiologiques liées à la pratique intensive de sport. En cas de doute, cet examen doit être réalisé et interprété par un échographiste connaissant les pathologies du sportif.

2.2.2.2 L'épreuve d'effort maximal

Les épreuves d'effort réalisées dans le cadre d'un bilan sportif doivent suivre les recommandations éditées par la SFMS lors d'une conférence de consensus en 1998 [10].

Elles doivent être réalisées par un médecin du sport ou un cardiologue, dans un environnement adapté avec un centre de réanimation à proximité. Une procédure d'urgence doit être établie avec les réanimateurs et le lieu d'examen doit disposer de matériel de réanimation. Le matériel doit être correctement entretenu, vérifié et calibré.

L'épreuve est effectuée après l'examen clinique du sportif permettant d'éliminer toute contre-indication, à distance d'un repas ou d'un effort intense.

Elle peut être réalisée soit à l'aide d'un tapis de course où l'on pourra faire varier la vitesse et la pente, soit à l'aide d'un ergocyclomètre permettant de faire varier la résistance au pédalage (exprimée en Watts). Il s'agit d'une épreuve dite à charge croissante ; par exemple sur ergocyclomètre, la résistance va être augmentée par pallier de 20 W toutes les minutes. La durée de l'examen doit être au minimum de dix minutes.

Le tracé ECG du patient est mesuré en continu, permettant ainsi de mesurer la fréquence cardiaque, le segment ST et de surveiller l'apparition de troubles de la conduction ou de troubles du rythme. La pression artérielle est mesurée à

intervalles réguliers. Une spirométrie avec mesure des échanges gazeux (VO2, VCO2) est également réalisée en continu. On peut également procéder à une mesure du taux sanguin de lactate. Tous ces paramètres sont enregistrés durant l'épreuve, mais également lors de la phase de récupération, qui est d'au moins trois minutes.

Les critères imposant l'arrêt de l'épreuve d'effort :
- apparition d'une douleur thoracique.
- épuisement de l'athlète, lipothymie.
- pression artérielle systolique supérieure à 260 mmHg.
- modification de l'ECG (trouble du rythme, trouble de la conduction, modification QRS, modification axiale).

L'épreuve est dite maximale quand :
- la VO2 max est atteinte.
- le quotient respiratoire est supérieur à 1,15.

Après analyse des résultats, plusieurs paramètres sont utiles:

- La VO2 maximale : correspond à la consommation maximale d'oxygène. Cela correspond à la valeur plateau de la VO2 en fin d'épreuve d'effort, lorsqu'elle n'augmente plus malgré la majoration de la charge de travail. Elle est le reflet de la performance physique en endurance.
- La Puissance Maximale Aérobie : puissance atteinte lors de la phase de plateau de la VO2.
- Le QR: correspond au rapport entre la production de CO2 (VCO2) et la consommation en oxygène (VO2).
- Le seuil anaérobie : lorsque la courbe de la VCO2 croise la courbe de la VO2 et lui est supérieure.

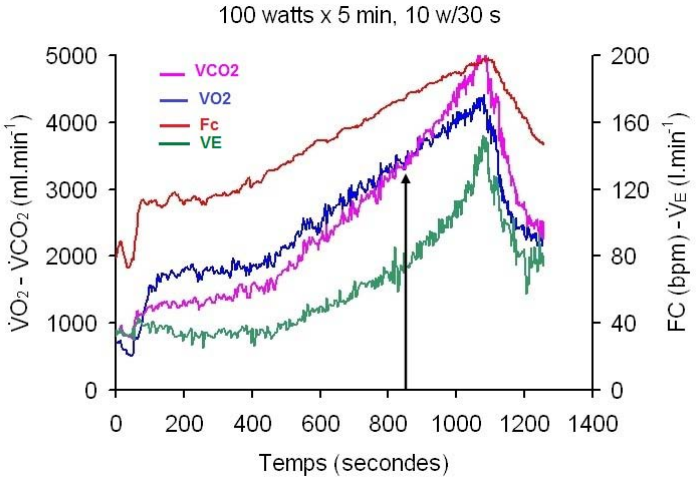

Figure 2 : Courbes épreuve d'effort.

D'autres seuils peuvent être calculés :

- SV1 : seuil d'adaptation ventilatoire. Correspond à 55-60% de la VO2 maximale. Il est déterminé grâce à la formule de Beaver. Il permet au sportif de travailler son endurance et de repousser vers la droite le croisement entre la VCO2 et la VO2.

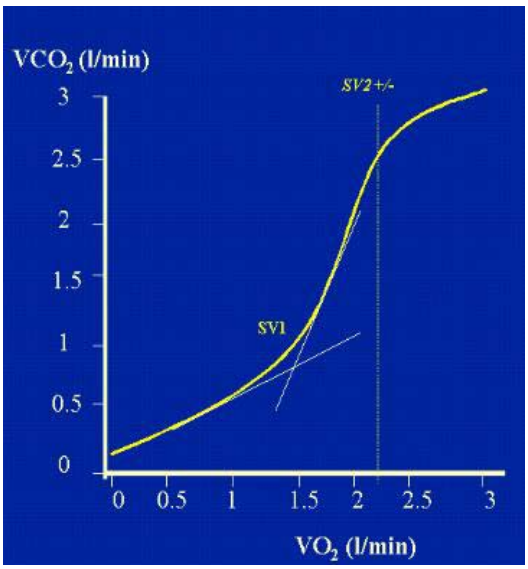

Figure 3 : Mesure SV1 par la formule de Beaver.

- SV2 : seuil d'inadaptation ventilatoire ou seuil anaérobie. Correspond à 80-90% de la VO2 maximale en fonction de l'entraînement. Il est déterminé grâce à la formule de Wasserman. Au delà de ce seuil, le lactate n'est plus compensé et une acidose métabolique s'instaure. Pour beaucoup ce seuil est atteint quand la concentration sanguine de lactate atteint 4 mmol/L.

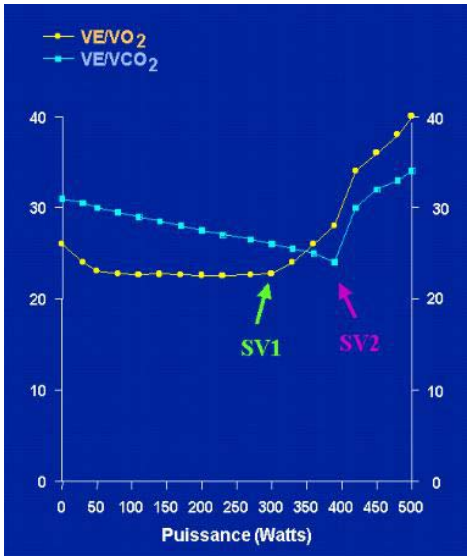

Figure 4 : Mesure SV2 par la formule de Wasserman.

Le compte rendu de l'épreuve doit être obligatoirement consigné par écrit et intégré au dossier du sportif.

2.2.2.3 Les autres examens complémentaires

- Le bilan sanguin : Il comporte une numération-formule sanguine, réticulocytes, ferritine, ionnogramme sanguin, fonction rénale. Ces examens sont réalisés pour rechercher une anémie, une carence martiale, une insuffisance rénale ou des troubles hydroélectrolytiques.

- L'examen ophtalmologique : Il comporte la mesure de l'acuité visuelle avec et sans correction, la vision des couleurs grâce à la table d'Ishihara, l'évaluation du champ de vision statique et de la vision stéréoscopique.

- L'examen ORL : Il comporte une audiométrie tonale et vocale, un test de Rinne et un test de Weber.

- L'examen dentaire : à la recherche de caries, abcès ou toute autre lésion dentaire.

2.3 Les contraintes physiques liées au sport automobile

2.3.1 Les contraintes cardiovasculaires

La principale réponse à une activité physique est l'élévation de la fréquence cardiaque. Les pilotes de haut niveau ne dérogent pas à la règle. En 1987, Schwaberger a enregistré dans son étude une moyenne de 175bpm correspondant à 90% de la fréquence cardiaque maximale [11].

Les premiers enregistrements de la fréquence cardiaque d'un pilote lors d'un Grand prix de Formule 1 ont été réalisés en 1983 lors du Grand Prix de Monaco [16]. Trois phases étaient identifiées :
- première phase avant le départ : présence d'une tachycardie, en relation avec le stress émotionnel, les efforts fournis par le pilote pour arriver dans ses stands...

- seconde phase lors de la course : tachycardie avec une fréquence cardiaque mesurée qui était supérieure à la fréquence cardiaque maximale théorique.
- troisième phase après l'arrivée : diminution de la fréquence cardiaque sans pour autant de retour à la fréquence cardiaque de repos.

Lors de la seconde phase, plusieurs phénomènes ont été observés.
D'une part il existe une relation entre le tracé du circuit et les variations de la fréquence cardiaque. Celle-ci augmente alors que les virages et les freinages se succèdent. En effet, cela demande une concentration importante au pilote. En revanche, la fréquence cardiaque diminue lors des lignes droites, ce qui traduit une diminution de l'attention du pilote. A noter que des diminutions de la fréquence cardiaque, traduisant un relâchement de la concentration du pilote, ont été enregistrées avant des sorties de route.
D'autre part la fréquence cardiaque varie également avec la vitesse. Si celle-ci augmente, la fréquence cardiaque fait de même. Mais elle peut augmenter alors que la vitesse diminue (gêne par un autre pilote, échec de dépassement).
Des sorties de routes ont pu être enregistrées et ont montré deux types de réactions. Soit une tachycardie très importante (supérieure à la fréquence cardiaque maximale) correspondant à une activation sympathique, soit une réaction vagale.

Plus récemment, Brearley and Finn ont montré des valeurs supérieures à 170bpm chez des pilotes de V8 Supercar [12].

Cette augmentation de la fréquence cardiaque peut tout d'abord être expliquée par l'effort physique fourni lors de la course. L'activation du système nerveux sympathique par l'anxiété, le stress, la concentration demandée par la compétition, a également un impact important [11]. Les taux de catécholamines endogènes mesurés durant une course sont jusqu'à deux fois plus importants que ceux mesurés lors d'un exercice physique classique.

L'augmentation de la chaleur lors de l'effort physique prolongé a également un impact sur le système cardiovasculaire, plus connu sous le nom de dérive cardiaque [13]. Cet effet est connu depuis de nombreuses années et s'il persiste, il peut être source de fatigue et d'une chute des performances [14].

Un autre facteur important est celui de la déshydratation. Greenleaf a mis en évidence qu'une perte de 4% du poids corporel par transpiration lors d'un effort physique diminuait les capacités physiques de 20 à 30% [15]. En examinant la littérature, nous constatons que les pertes moyennes d'eau et d'électrolytes sont voisines de un litre par heure [16,17]. La déshydratation diminue la VO2

maximum et donc l'endurance de pilotes, en augmentant leur fréquence cardiaque et en diminuant leur débit cardiaque.

La dépense énergétique lors d'une course automobile a pu être mesurée par Beaune dans son travail. Celle-ci correspond à une moyenne de 5.27 ± 0.47 MET [18]. Durant certaines courses sollicitant durement les organismes des pilotes, elle peut atteindre 11 voire 17 MET [19].

La consommation en oxygène lors d'une course a été mesurée et correspond à 79 à 83% de la VO2 maximale des athlètes [20]. La consommation en oxygène est d'autant plus perturbée que certaines épreuves se déroulent en altitude (Rallye du Mexique, Pikes Peak). Ce qui tend à montrer que les sollicitations de l'organisme du pilote sont importantes. Un entraînement régulier à l'endurance est donc indispensable, de même qu'un suivi nutritionnel et diététique.

2.3.2 La force musculaire

Piloter une voiture de course quelle qu'elle soit (monoplace, Wolrd Rally Car, World Touring Car) diffère énormément de la conduite d'une automobile de tous les jours. Il ne s'agit pas simplement de tourner un volant et d'appuyer sur des pédales.

En effet, ces automobiles n'ont pas de système de direction assistée, ni d'assistance au freinage. Une force importante est nécessaire pour les manœuvrer et ces gestes vont être réalisés à de multiples reprises tout au long de la course.

En 2012, durant une course d'Indy Car sur le Mid-Ohio Sports Car Course, où le pilote Dario Franchitti s'est classé quatrième, les ingénieurs ont pu évaluer grâce au système d'acquisition embarqué la force nécessaire pour actionner la pédale de frein et la direction. A chaque freinage, le pilote devait appliquer une pression de 61,24kg sur la pédale. Cette force n'est pas uniquement générée par simple flexion du pied, mais par la totalité de la jambe. Chaque virage négocié nécessitait une force de 15,88kg pour actionner la direction. Sachant que le circuit possède treize virages et que les coureurs doivent réaliser quatre-vingt cinq tours, cela fait un total de 1105 répétitions [21,22].

Backman a montré dans ses études que piloter une voiture de course nécessitait une force importe au niveau des muscles des membres inférieurs, des membres supérieurs, et plus spécifiquement au niveau de la préhension [20,23].

Un programme de musculation complet et donc complémentaire du travail d'endurance afin de prévenir les complications liées au sport automobile et d'augmenter les performances.

En plus des contraintes physiques liées au véhicule, le pilote doit subir les contraintes liées à l'environnement. La plus importante est la force G, qui est un vecteur d'accélération appliqué sur une masse ; dans notre cas, le pilote. Elle peut être horizontale (Gx), latérale(Gy) ou verticale(Gz).

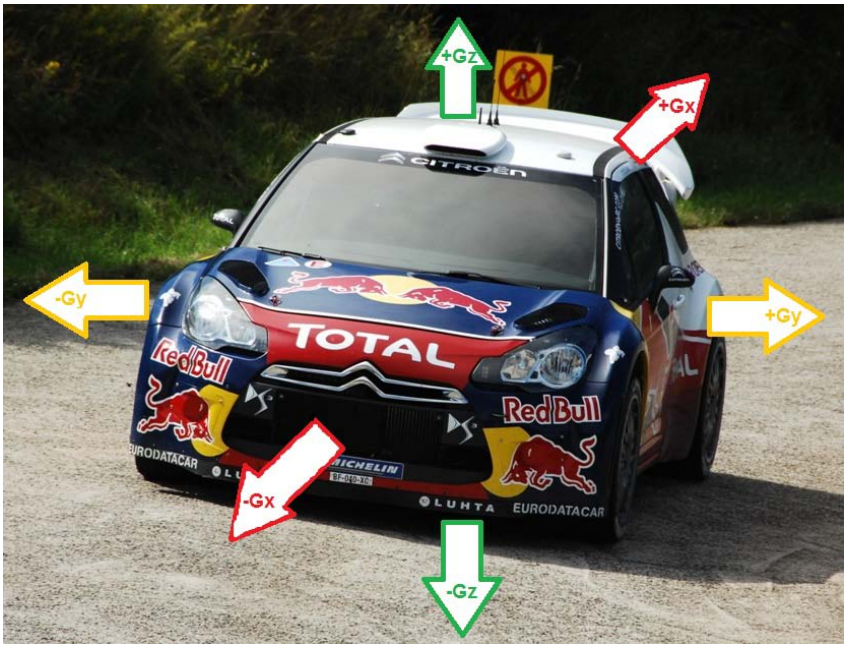

Figure 5 : La force G.

La tolérance du corps humain à cette force G a été étudiée en aéronautique, elle est variable en fonction des individus et de leur condition physique. Par exemple si une force Gz positive s'applique, les poumons vont avoir du mal à se remplir d'air, car ils sont tirés vers le bas ; le cœur va devoir fournir un effort supplémentaire pour irriguer le cerveau, car le sang va se diriger vers les membres inférieurs. Aux alentours de 2-3 G vont apparaître les premiers troubles visuels : l'effet tunnel, c'est-à-dire la perte de la vision périphérique. Si l'accélération persiste vont apparaître le voile gris puis le voile noir qui correspond à la perte de connaissance [24]. La force G horizontale est quant à elle beaucoup mieux tolérée.

Dans le sport automobile les G sont essentiellement ressentis lors des phases d'accélération, de freinage et lors de grandes courbes en appui. Les pilotes luttent alors pour maintenir une bonne position de conduite dans leur baquet. Cela met en jeu une contraction isométrique du cou, de l'abdomen et des membres inférieurs. Schwaberger estime que cette lutte contre les G et le stress lié à la

compétition sont responsables d'une élévation du taux d'acide lactique passant de 1,56 mmol/L ± 0,9 à 3,27 mmol/L ± 1,40 [11].

Une contrainte supplémentaire s'ajoute aux pilotes, à savoir le matériel de protection : casque et système de retenue frontale de la tête (obligatoire depuis 2005), ce qui correspond à un poids de 2,5-3kg en moyenne.

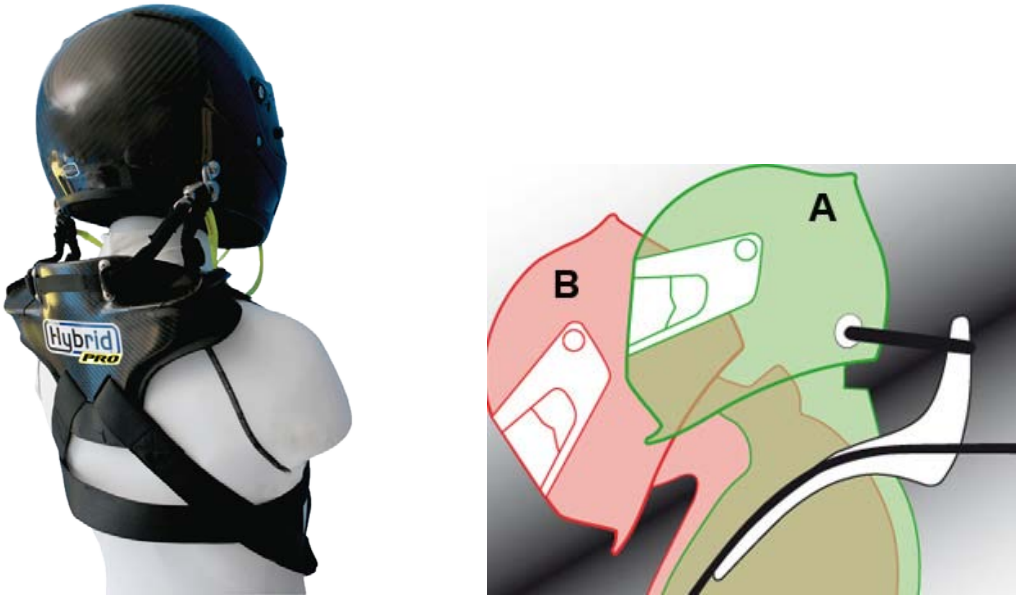

Figure 6 : Le système de retenue frontale de la tête.

En Formule 1, les pilotes encaissent jusqu'à 5G horizontaux lors des décélérations et jusqu'à 3G en latéral lors de virages en appuis. La télémétrie a un rôle indispensable dans ces mesures. Par exemple en 2001, dans le Championnat CART, lors de la manche sur le Texas Motor Speedway, plusieurs accidents inexpliqués se sont produits. L'analyse des données embarquées a pu mettre en évidence une prise de G excessive par les pilotes (5,5G en latéral et 3,5 en vertical), ce qui a engendré des troubles de la conscience. Cela pouvait être expliqué par la conformation de la piste (virages à plus de 24°) et la vitesse maximale atteinte (plus de 370km/h) [25]. La course a donc été annulée. Cela montre l'importance de l'acquisition des données pour l'amélioration de la sécurité dans le sport automobile.

Les vibrations et chocs encaissés par la voiture ont aussi un impact au niveau du rachis du pilote [26].

2.3.3 L’influence de la chaleur et de la sudation

La chaleur est un facteur de stress important dans le sport automobile. Elle résulte de plusieurs phénomènes.

Tout d’abord, la météo peut être responsable de fortes chaleurs au sein de l’habitacle (parfois plus de 50°C), en particulier dans les voitures fermées où les vitres sont responsables d’un effet de serre. Les pilotes rencontrent souvent des conditions extrêmes lors des manches se déroulant dans des pays tels que l’Australie, la Malaisie, le Brésil, la Grèce...

De plus l’environnement du pilote est contraignant. L’habitacle est exigu, il y a la proximité du moteur qui dégage une chaleur radiante importante et l’absence de plaques isolantes dans un but de gain de poids. L’air de l’habitacle est difficilement renouvelé car le système de ventilation est minimaliste. Tout cela contribue à l’augmentation de la température au sein de l’habitacle et empêche sa dissipation.

Par ailleurs, les climatisations sont rarement employées, car elles sont responsables d’une perte de puissance moteur et d’un surpoids.

Figure 7 : Vue intérieur VW Polo WRC.

Mais le problème majeur est une perturbation de la thermorégulation. En effet la sudation est l'un des principaux mécanismes que le corps humain possède pour réguler sa température. Les pilotes transpirent, mais la transpiration est mal évacuée en raison des différentes couches composant sa tenue règlementaire de protection. La législation oblige les pilotes à porter une combinaison, des sous-vêtements, des gants, des bottines et une cagoule ignifugés respectant la norme FIA 8856-2000 [5]. Ils procurent une protection de trente secondes à une température de 800°C. L'unique partie du pilote au contact de l'air et permettant une dissipation de la chaleur corporelle est ses yeux.

La multiplicité des couches empêche la transpiration de s'évacuer par convection ou évaporation [27]. La température corporelle peut donc augmenter du fait de l'effort physique et des autres facteurs cités précédemment. L'augmentation de la température centrale, l'humidité excessive due à la transpiration et la déshydratation vont provoquer un inconfort chez le pilote et vont avoir un impact direct sur ses performances et sa condition physique. Nous pouvons citer en exemple les malaises de Nigel Mansell en 1984 lors du Grand Prix de Dallas, ou bien celui de Nelson Piquet au Grand Prix du Brésil en 1982.
L'impact de l'augmentation de la température corporelle sur les performances physiques a été étudié à de nombreuses reprises, mais rarement sur les pilotes automobiles [28].

Figure 8 : Equipement complet pilote.

Des mesures de température ont été réalisées lors du Rallye de l'Acropole en 2001 et ont révélé :
- une température extérieure allant de 31 à 33° ;
- une température ambiante moyenne de 34,5° pour les véhicules disposant d'un système de climatisation et d'une moyenne de 46,5° dans les autres véhicules.
- la température centrale des pilotes allait de 38,4° pour ceux dont le véhicule disposait d'une climatisation, à 39,2° pour les autres.

L'étude de Wyon et al.'s montre une détérioration du temps de réaction suite à un stimulus visuel sur le tableau de bord lors d'une augmentation de seulement 0,8°C de la température corporelle [29]. L'étude de Brearley et Finn montre que la température centrale d'un pilote à la fin d'une course peut atteindre 39°C ± 0,4°C [12]. L'étude récente de Walker montre quant à elle une différence significative des performances lors de l'augmentation de la température corporelle et du taux de carboxyhémoglobine [30].

De nombreux moyens pour lutter contre les différents facteurs entraînant la hausse de la température corporelle ont été testés. Les plus efficaces étaient l'adoption de nouvelles matières pour les vêtements de protection (telles le ST2000 de Stand21©), l'adoption de systèmes de ventilation à haut débit intégrés aux casques ou aux sièges baquets et un système de water-cooling entre les différentes couches des vêtements. Ce dernier a en revanche été abandonné, car trop contraignant.

Comme nous l'avons vu précédemment, la déshydratation est aussi un facteur impactant les performances du pilote. Toujours selon Brearley et Finn, la perte de sueur avoisine les 1,06 ± 0,12L/h. Il est donc primordial pour les pilotes de s'hydrater avant, pendant et après leur course. Ceci doit être fait avec de l'eau et d'autres boissons adaptées pour les sportifs, riches en électrolytes. Néanmoins, un des problèmes qui se pose reste la température de la boisson dans l'habitacle.

2.3.4 L'effet du Monoxyde de Carbone (CO)

L'effet du CO peut être ressenti lors de courses sur circuit ou de courses en peloton. Le pilote va inhaler le CO dégagé par le véhicule qui le précède.
Walker a montré dans son étude des taux de carboxyhémoglobine allant jusqu'à 10-12% durant une course de NASCAR. Le CO associé à une chaleur supérieure à 50°C diminue de façon significative les performances psychomotrices des pilotes et donc leurs performances durant la course [30]. Le CO augmente la fréquence cardiaque et diminue les capacités de récupération du pilote.

Ces éléments permettent de souligner le rôle primordial des systèmes de ventilation de l'habitacle permettant ainsi de jouer sur deux facteurs : le CO et la température environnante.

2.3.5 Les contraintes psychologiques

Elles sont multiples et nécessitent une attention toute particulière chez les pilotes. De nombreux championnats comportent des courses à travers le monde entier, ce qui engendre des déplacements et un phénomène de jet-lag qui a un impact sur l'organisme [31]. En effet le sommeil a une importance particulière dans les phénomènes de mémorisation, par exemple pour le tracé d'un circuit.
Il peut également s'agir de la pression des sponsors ou d'une équipe qui attend des résultats de son pilote, ou plus simplement de la pression liée au public. Le fait de résister à un concurrent cherchant à dépasser ou bien d'attendre pour trouver le bon moment pour tenter une manœuvre de dépassement sans commettre d'erreur, tout cela est source de stress. On a pu enregistrer lors de faits de course du Grand Prix de Monaco des fréquences cardiaques supérieures à la fréquence cardiaque maximum. Devant l'intensité de la course et la nécessité d'une concentration importante, le pilote a besoin de faire le vide avant le départ, de se créer un bulle.
Les pilotes peuvent également présenter des états de troubles psychologiques liés directement à la pratique du sport automobile, tels que le stress post-traumatique suite à une sortie de route violente par exemple [32].

Il est donc nécessaire d'avoir un suivi psychologique des pilotes de haut niveau (plusieurs fois par an pour les plus jeunes), afin de pouvoir déceler toute faille qui pourrait avoir des conséquences dramatiques.

Chapitre 3

Etude

3.1 Matériel et Méthode

3.1.1 But de l'étude

Le manque de données concernant les pilotes de haut niveau est flagrant lors de la revue de la littérature. Il existe peu d 'études qui ont évalué les caractères anthropométriques et les performances physiques de ces athlètes de haut niveau [33]. Cette étude a pour but d'évaluer leurs caractéristiques physiques et les caractéristiques de performance, et secondairement de les comparer à des SHN d'autres disciplines.

3.1.2 Type de l'étude

Nous avons mené une étude observationnelle rétrospective. Nous avons choisi d'évaluer les dossiers médicaux de tous les pilotes de haut niveau français sur une période allant des saisons sportives 2009/2010 à 2012/2013 ; ces dossiers étant conservés au siège de la FFSA à Paris. Le choix de l'évaluation sur une période de quatre saisons permet de collecter les données des examens complémentaires dont la périodicité est de quatre ans (épreuve d'effort maximal).

3.1.3 Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion ont été les suivants :

- Dossiers médicaux des SHN de sexe masculin inscrits sur les listes de la FFSA, dans les catégories Elite, Senior et Jeune.

3.1.4 Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion ont été les suivants :

- Les SHN classés dans la catégorie reconversion.
- Les dossiers médicaux incomplets.
- Les examens médicaux de la seconde visite annuelle obligatoire.

3.1.5 Critères étudiés

Nous avons choisi d'étudier plusieurs critères médicaux, physiques et ceux de performance:

- Critères médicaux : antécédents, traitement, anomalies lors des examens complémentaires.
- Critères physiques : poids, taille, IMC, âge, pression artérielle au repos, fréquence cardiaque au repos.
- Critère de performance : VO2max lors d'une épreuve d'effort maximal.

3.1.6 Analyse statistique

La saisie des données était réalisée grâce au logiciel Excel 2007 v12.0 (Microsoft France Issy-les-Moulineaux, France). L'analyse statistique et les graphiques étaient réalisés à l'aide du logiciel Statistica v10 (StatSoft, Maisons-Alfort, France).

3.2 Résultats

3.2.1 Répartition des sportifs

Le quota de SHN attribué à la FFSA est de 65 athlètes par année, répartis dans les catégories Elite, Sénior et Jeune. Ils sont également différenciés par leur discipline pratiquée (Circuit, Rallye et Karting).

La répartition pour la saison 2009-2010 était la suivante : 7 pilotes Elite, 18 pilotes Séniors et 40 Jeunes. La répartition par discipline était de 42 pilotes de Circuit, 8 pilotes de Rallye et 15 pilotes de Karting.

La répartition pour la saison 2010-2011 était la suivante : 8 Elite, 17 Séniors et 40 Jeunes. La répartition par discipline était de 39 pilotes de Circuit, 8 pilotes de Rallye et 18 pilotes de Karting. 8 pilotes ont quitté la liste des SHN et ont été remplacés par rapport à la saison précédente.

La répartition pour la saison 2011-2012 était la suivante : 8 Elite, 17 Séniors et 40 Jeunes. La répartition par discipline était de 39 pilotes de Circuit, 8 pilotes de Rallye et 18 pilotes de Karting. 4 pilotes ont quitté la liste des SHN et ont été remplacés par rapport à la saison précédente.

La répartition pour la saison 2012-2013 était la suivante : 8 Elite, 17 Séniors et 40 Jeunes. La répartition par discipline était de 37 pilotes de Circuit, 8 pilotes de Rallye et 20 pilotes de Karting. 6 pilotes ont quitté la liste des SHN et ont été remplacés par rapport à la saison précédente.

Saison	Elite	Sénior	Jeune
2009/2010	**7** *Circuit 4* *Rallye 3*	**18** *Circuit 18*	**40** *Circuit 20* *Rallye 5* *Karting 15*
2010/2011	**8** *Circuit 4* *Rallye 3* *Karting 1*	**17** *Circuit 17*	**40** *Circuit 18* *Rallye 5* *Karting 17*
2011/2012	**8** *Circuit 4* *Rallye 3* *Karting 1*	**17** *Circuit 17*	**40** *Circuit 18* *Rallye 5* *Karting 17*
2012/2013	**8** *Circuit 4* *Rallye 3* *Karting 1*	**17** *Circuit 17*	**40** *Circuit 16* *Rallye 5* *Karting 19*

Tableau 1 : Effectifs et répartition des Pilotes de haut niveau.

Nous pouvons nous rendre compte que les effectifs varient peu en fonction des années et que les variations se font essentiellement dans la catégorie Jeune. Nous constatons également que le circuit domine les disciplines. Il est la seule discipline pratiquée par les Séniors, et il est majoritaire dans la catégorie Jeune. Il s'agit en effet d'une discipline dite « d'apprentissage », tout comme le karting qui est lui aussi très présent dans la catégorie Jeune.

3.2.2 Les critères médicaux

Concernant les antécédents traumatologiques, des fractures ont pu être observées chez 44,6% des SHN toutes catégories confondues. Elles sont en rapport avec la discipline pratiquée dans 50% des cas. Nous avons également observé des antécédents de traumatisme crânien chez 9,2% des pilotes, tous consécutifs à la pratique du sport automobile.

Concernant les antécédents médicaux, six cas d'asthme nécessitant un traitement au long cours ont pu être observés, ainsi qu'un cas de trouble du rythme cardiaque (extrasystoles supraventriculaires), et un cas de séquelle oculaire d'une toxoplasmose.

Concernant les examens complémentaires, nous avons pu constater que les ECG de repos, les ETT de repos, les bilans sanguins et les épreuves d'effort ne mettaient en évidence aucune anomalie. En revanche la bandelette urinaire était perturbée dans 8% des cas, et révélait une protéinurie. Les bilans sanguins réalisés ne montraient aucune anomalie et une simple surveillance était entreprise Les examens dentaires mettaient en évidence la présence de plusieurs caries chez deux pilotes et la nécessité d'extraction des dents de sagesse chez un autre athlète. La consultation ORL débouchait sur un bilan de vertiges pour un pilote en 2010.

Aucune visite médicale n'a contre-indiqué l'établissement d'une licence ou décelé un problème médical majeur au cours des quatre années étudiées.

	n	**%**
Antécédents traumatologiques	21	53,8
Fractures	17	44,6
Traumatisme crânien	4	9,2
Antécédents médicaux		
Asthme	8	3,1
ESV	6	2,3
Séquelle oculaire	1	0,4
Toxoplasmose	1	0,4

Tableau 2 : Les antécédents des pilotes.

3.2.3 Les critères physiques et ceux de performance

- **Saison 2009/2010 :**

L'analyse a montré un âge moyen de 23,1 ± 10,21 ans, un poids moyen de 64,2 ± 14,28 kg, une taille moyenne de 168,56 ± 15,69 cm, un IMC moyen de 22,6 ± 1,78 kg/m², une acuité visuelle de l'œil droit de 10,25 ± 0,25 et une acuité visuelle de l'œil gauche de 10,29 ± 0,88, une pression artérielle systolique au repos de 104,78 ± 9,24 mmHg, une pression artérielle diastolique au repos de 66,35 ± 5,23 mmHg et une fréquence cardiaque au repos de 63,5 ± 15,1 bpm. Le nombre d'épreuves d'effort maximal avec mesure de la VO2 Max lors de cette saison était de 28 avec une moyenne de 48,6 ± 5,8 mL.min-1.kg-1.

- **Saison 2010/2011 :**

L'analyse de la saison 2010/2011 a montré un âge moyen de 23,4 ± 9,44 ans, un poids moyen de 63,7 ± 13,82 kg, une taille moyenne de 169,73 ± 12,02 cm, un IMC moyen de 21,9 ± 1,89 kg/m², une acuité visuelle de l'œil droit de 10,27 ± 0,69 et une acuité visuelle de l'œil gauche de 10,37 ± 1,33, une pression artérielle systolique au repos de 105,33 ± 8,23 mmHg, une pression artérielle diastolique au repos de 65,83 ± 5,41 mmHg et une fréquence cardiaque au repos de 61,8 ± 14,5 bpm. Le nombre d'épreuves d'effort maximal avec mesure de la VO2 Max lors de cette saison était de 18 avec une moyenne de 51,4 ± 4,3 mL.min-1.kg-1.

- **Saison 2011/2012 :**

L'analyse a montré un âge moyen de 24,5 ± 9,56 ans, un poids moyen de 64,8 ± 13,86 kg, une taille moyenne de 172,81 ± 8,05 cm, un IMC moyen de 21,7 ± 1,87 kg/m², une acuité visuelle de l'œil droit de 10,27 ± 0,69 et une acuité visuelle de l'œil gauche de 10,37 ± 1,33, une pression artérielle systolique au repos de 105,22 ± 7,59 mmHg, une pression artérielle diastolique au repos de 64,23 ± 4,99 mmHg et une fréquence cardiaque au repos de 59,98 ± 17,2 bpm. Le nombre d'épreuves d'effort maximal avec mesure de la VO2 Max lors de cette saison était de 12 avec une moyenne de 53,2 ± 5,8 mL.min-1.kg-1.

- **Saison 2012/2013 :**

L'analyse a montré un âge moyen de 23,1 ± 9,49 ans, un poids moyen de 64,7 ± 12,87 kg, une taille moyenne de 170,56 ± 11,20 cm, un IMC moyen de 22,2 ± 1,77 kg/m², une acuité visuelle de l'œil droit de 10,11 ± 0,54 et une acuité visuelle de l'œil gauche de 10,16 ± 0,61, une pression artérielle systolique au repos de 106,17 ± 6,55 mmHg, une pression artérielle diastolique au repos de 60,25 ± 3,18 mmHg et une fréquence cardiaque au repos de 62,41 ± 13,2 bpm. Le nombre d'épreuves d'effort maximal avec mesure de la VO2 Max lors de cette saison était de 14 avec une moyenne de 51,2 ± 4,8 mL.min-1.kg-1.

	2009/2010	**2010/2011**	**2011/2012**	**2012/2013**	**Moyenne**
Age	23,1 ± 10,21	23,4 ± 9,44	24,5 ± 9,56	23,1 ± 9,49	23,53 ± 9,68
Poids (kg)	64,2 ± 14,28	63,7 ± 13,82	64,8 ± 13,86	64,7 ± 12,87	64,63 ± 13,71
Taille (cm)	168,56 ± 15, 69	169,73 ± 12,02	172,81 ± 8,05	170,56 ± 11,2	170,42 ± 11,74
IMC (kg/m²)	22,6 ± 1,78	21,9 ± 1,89	21,7 ± 1,87	22,2 ± 1,77	22,1 ± 1,83
TA Systolique (mmHg)	104,78 ± 9,24	105,33 ± 8,23	105,22 ± 7,59	106,17 ± 6,55	105,38 ± 7,90
TA Diastolique (mmHg)	66,35 ± 5,23	65,83 ± 5,41	64,23 ± 4,99	60,25 ± 3,18	64,17 ± 4,70
Fc (bpm)	63,5 ± 15,1	61,8 ± 14,5	59,98 ± 17,2	62,41 ± 13,2	61,92 ± 15
Acuité visuelle OD	10, 25 ± 0,25	10,27 ± 0,69	10,27 ± 0,69	10,11 ± 0,54	10,23 ± 0,54
Acuité visuelle OG	10, 29 ± 0,88	10,37 ± 1,33	10,37 ± 1,33	10,16 ± 0,61	10,30 ± 1,03
VO2 Max (ml.min-1.kg-1)	48, 6 ± 5,8	51,4 ± 4,3	53,2 ± 5,8	51,2 ± 4,8	51,1 ± 5,18

Tableau 3 : Critères physiques et critères de performance (exprimés en moyenne ± écart-type).

Chapitre 4

Discussion

4.1 Analyse des résultats

La première chose qui nous frappe lors de l'analyse des résultats est le faible renouvellement des pilotes de haut niveau. La population des différentes catégories reste stable sur les quatre ans. L'essentiel des changements (entrée et sortie d'une catégorie) se fait au détriment des catégories Sénior et Jeune. En effet la catégorie Sénior possède un âge moyen plus élevé que les autres catégories. Les pilotes appartenant à cette section sont donc plus proches de la fin de leur carrière sportive. Concernant la catégorie Jeune, le renouvellement se fait chaque année avec les jeunes issus des Espoirs français. Grâce à leur performance certains pilotes vont pouvoir accéder au statut de SHN Jeune, et d'autres vont devoir quitter les listes.

Les pilotes Elite restent stables sur plusieurs années. En effet le sport automobile a pour particularité d'offrir des carrières longues malgré les contraintes physiques. En effet, l'expérience acquise au cours des nombreuses années de course et de championnat est indispensable pour s'imposer dans une discipline. Elle va directement influer sur les performances des pilotes par la mémorisation des tracés, l'affinement des réglages de l'automobile, la gestion des pneumatiques et des ravitaillements...

Nous citerons en exemple Sébastien Loeb. Ses débuts en compétition remontent à 1995, puis rapidement il devient pilote professionnel à partir de 1997. Il va alors entamer une phase d'apprentissage qui va déboucher sur une domination du Championnat du Monde des Rallyes à partir de 2004, avec neuf titres de champion du monde des pilotes. Il mettra fin à sa carrière en rallye en 2013 suite à son dernier titre de champion du monde, alors âgé de 39 ans. Sa carrière comme pilote professionnel a duré 16 ans. C'est une valeur élevée mais assez fréquente dans le monde du sport automobile. De nombreux pilotes, tels que Juha Kankkunen, Tommi Mäkinen, ont eu des carrières professionnelles similaires ou supérieures en terme de durée. De plus, il est intéressant de noter que Sébastien Loeb poursuit sa carrière professionnelle en restant au haut niveau, en Championnat du Monde de Tourisme.

La structuration des catégories est telle que pour accéder à la catégorie Elite, il faut être passé par la catégorie Jeune. Il s'agit d'une classe « d'apprentissage » pour ces SHN. On constate que les disciplines qui dominent cette catégorie sont le circuit pour 45% des pilotes, le karting pour 42,5% des pilotes et le rallye pour seulement 12,5% des Jeunes. Ceci peut être expliqué de deux façons. Tout d'abord le karting et le circuit sont deux disciplines idéales pour apprendre les bases du pilotage (trajectoires, courses en peloton, choix de pneumatiques). De plus il existe un nombre important de formules de promotion pour ces pilotes : RCZ Racing Cup, 208 Racing Cup, Clio Cup, THP Spider Cup, Mitjet Series. Contrairement au rallye, où les formules de promotion (Citroën Racing Trophy, 208 Rally Cup, Opel Adam Cup, Challenge Renault Sport) sont moins nombreuses et où le pilotage est beaucoup plus délicat (trajectoires, prise de notes, difficulté plus importante des tracés).

4.2 Les points forts de l'étude

Le premier point positif de cette étude est qu'il s'agit d'une première au niveau français en sport automobile; aucune étude n'a étudié une population entière de pilotes de haut niveau.

Il existe peu de données concernant ces athlètes et les contraintes physiques endurées. La médecine a été intégrée tardivement au sport automobile, vers le début des années 1980. L'apparition de la télémétrie a permis de mesurer les efforts fournis par ces athlètes, ce qui a permis de se rendre compte de la nécessité d'un encadrement médical et d'une préparation physique adaptés. L'amélioration des performances des véhicules (augmentation de leur puissance, amélioration de leur tenue de route) a nécessité de reconsidérer l'entraînement de ces sportifs et leurs conditions de sécurité.

Les études médicales réalisées dans ce sport dépassent le cadre de la médecine et sont réalisées lors de courses ou de séances d'essais. Il est difficile de faire de ces études une priorité, alors que le but de toute l'équipe et des pilotes est de réaliser la meilleure performance dans la compétition. Les contraintes pour les appareils de mesure ne doivent ni gêner le pilote ni le blesser lors d'une éventuelle sortie de route. De plus, il peut y avoir des interférences entre les appareils de mesure et la télémétrie de la voiture. Toute étude physiologique entreprise dans le sport automobile est encadrée par la législation et l'appendice L du code sportif international [5]. Les études médicales effectuées dans ce domaine ont permis le développement de moyens de sécurité active et passive appliqués à la course automobile puis dans nos automobiles de tous les jours.

Le second point positif est le respect total de la réglementation concernant l'encadrement médical des SHN. La fréquence et la nature des examens sont scrupuleusement respectées. Tous les pilotes ont réalisé les examens nécessaires dans le temps imparti.

Les dossiers médicaux des pilotes sont exemplaires dans leur tenue et dans leur archivage. Toutes ces données sont conservées par informatique et centralisées au siège de la FFSA à Paris.

4.3 Les points faibles de l'étude

Le principal point faible de cette étude est qu'il s'agit uniquement d'une étude descriptive. Il aurait été intéressant de réaliser une étude comparant le niveau physique des pilotes à des SHN d'une autre discipline.

Dans cette étude, le seul indicateur de performance retenu est la valeur de la VO2max, qui est le reflet des capacités cardiovasculaires du pilote, notamment son endurance. Il aurait été intéressant d'évaluer d'autres paramètres (force, souplesse, temps de réaction...). Backman mesure dans son étude de multiples paramètres qui reflètent mieux le niveau physique de ces athlètes [23]. Il va évaluer leur temps de réaction, la force de leurs membres inférieurs, leur force de préhension, leur force de flexion plantaire, la force de flexion et d'extension de leur tronc, la force et l'endurance des muscles de leurs épaules, et la force des muscles de leur cou. Cette étude a permis de mettre en évidence une différence significative des performances au sein même des pilotes en fonction de leur discipline. Les pilotes de rallye avaient une meilleure force de préhension, une meilleure force de flexion plantaire et une meilleure force d'extension du tronc par rapport aux pilotes de monoplace, qui eux avaient une meilleure résistance du cou aux forces latérales ou à l'extension.

Quant à la VO2max, si on la considère comme un témoin des aptitudes cardiovasculaires des sportifs, elle peut être utile pour guider la préparation physique des athlètes. Mais elle n'a probablement pas d'intérêt pour détecter les meilleurs pilotes parmi les espoirs.

4.4 Comparaison des résultats

4.4.1 Comparaison des paramètres anthropomorphiques

Nous allons comparer nos moyennes des paramètres physiques des quatre saisons aux données des études existantes. Il s'agit des études de Backman [23], de Beaune [18] et de Jacobs [34].

	Pilotes Français	Backman	Beaune	Jacobs
Effectifs	260	Pilotes monoplace: 9 Pilotes rallye : 9	8	7
Age	23,53 ± 9,56	Pilotes monoplaces: 21,8 ± 3,5 Pilotes rallye : 24,3 ± 3,6	18,75 ±3,41	30 ± 4,7
Poids (kg)	64,63 ± 13,71	Pilotes monoplaces: 67,9 ± 6,9 Pilotes rallye : 79,5 ±14	64,13 ±8,22	74,5 ± 9,5
Taille (cm)	170,42 ± 11,74	Pilotes monoplaces: 177 ± 4,4 Pilotes rallye : 182 ± 8,2	178,38 ± 7,78	-
BMI (kg/m²)	22,1 ± 1,83	Pilotes monoplaces: 21,7 ± 1,9 Pilotes rallye : 24 ± 3.2	20,12 ± 1,83	-

Tableau 4 : Comparaison des critères anthropomorphiques.

Notre première remarque concerne les effectifs. Ils sont faibles comparés à celui de notre étude. Il est en effet difficile de mener des études avec des effectifs importants dans ce domaine.

La moyenne d'âge est proche de celle de Backman, sachant que seuls des pilotes majeurs ont été inclus dans son étude. Dans celle de Beaune, il est normal qu'elle soit moins élevée, car la population de pilotes étudiée est celle de l'ASACAD ; il s'agit d'une académie du sport automobile concernant uniquement les pilotes de moins de 22 ans. Dans l'étude de Jacobs, elle est élevée car la population choisie est une population de pilotes expérimentés avec au minimum douze ans de carrière.

Ce choix de population va influencer directement les autres facteurs, à savoir un poids plus important dans l'étude de Jacobs.

La moyenne de la taille de nos sportifs est moins élevée que celle retrouvée dans les autres études, l'explication est assez évidente. Notre population comporte de jeunes pilotes qui n'ont pas encore atteint leur taille définitive.

4.4.2 Comparaison de la VO2 Maximale

Nous avons choisi de comparer nos résultats aux études de Jacobs [34] et Schwaberger [11].

	Pilotes Français	Jacobs	Schwaberger
VO2 Max (mL.min-1.kg-1)	51,1 ± 5,18	47,6 ± 8,1	44,14 ± 4,43

Tableau 5 : Comparaison de la VO2 maximale.

Le moyen de réalisation des épreuves d'effort maximal était le tapis de course pour Jacobs et l'ergocyclomètre pour Schwaberger. Les différences de moyennes peuvent s'expliquer de deux façons.

Tout d'abord la faible valeur moyenne de l'étude de Jacobs s'explique par le choix de la population choisie. En effet, il s'agit de pilotes plus âgés et dont les capacités physiques ne sont pas optimales.

De plus, ces études ont été réalisées il y a plusieurs plus de 12 ans pour celle de Jacobs et plus de 27 ans pour celle de Schwaberger. La préparation physique des sportifs s'est modifiée au fil des années et peut donc expliquer une meilleure capacité à l'effort.

Nous pouvons également tenter une comparaison avec les valeurs moyennes des VO2 maximales publiée dans Physiology of Sport and Exercise [35].

Discipline	VO2 Max (mL.min-1.kg-1)
Basketball	40-60
Cyclisme	62-74
Football	54-64
Football américain	42-60
Gymnastique	52-58
Natation	50-70
Tennis	55-62
Ski alpin	57-68
Ski nordique	65-94

Tableau 6 : VO2 maximales moyennes en fonction des disciplines sportives.

Nous pouvons également comparer nos mesures à celles réalisées par Joussellin, sur les sportifs des équipes nationales françaises de 1979 à 1988 [36].

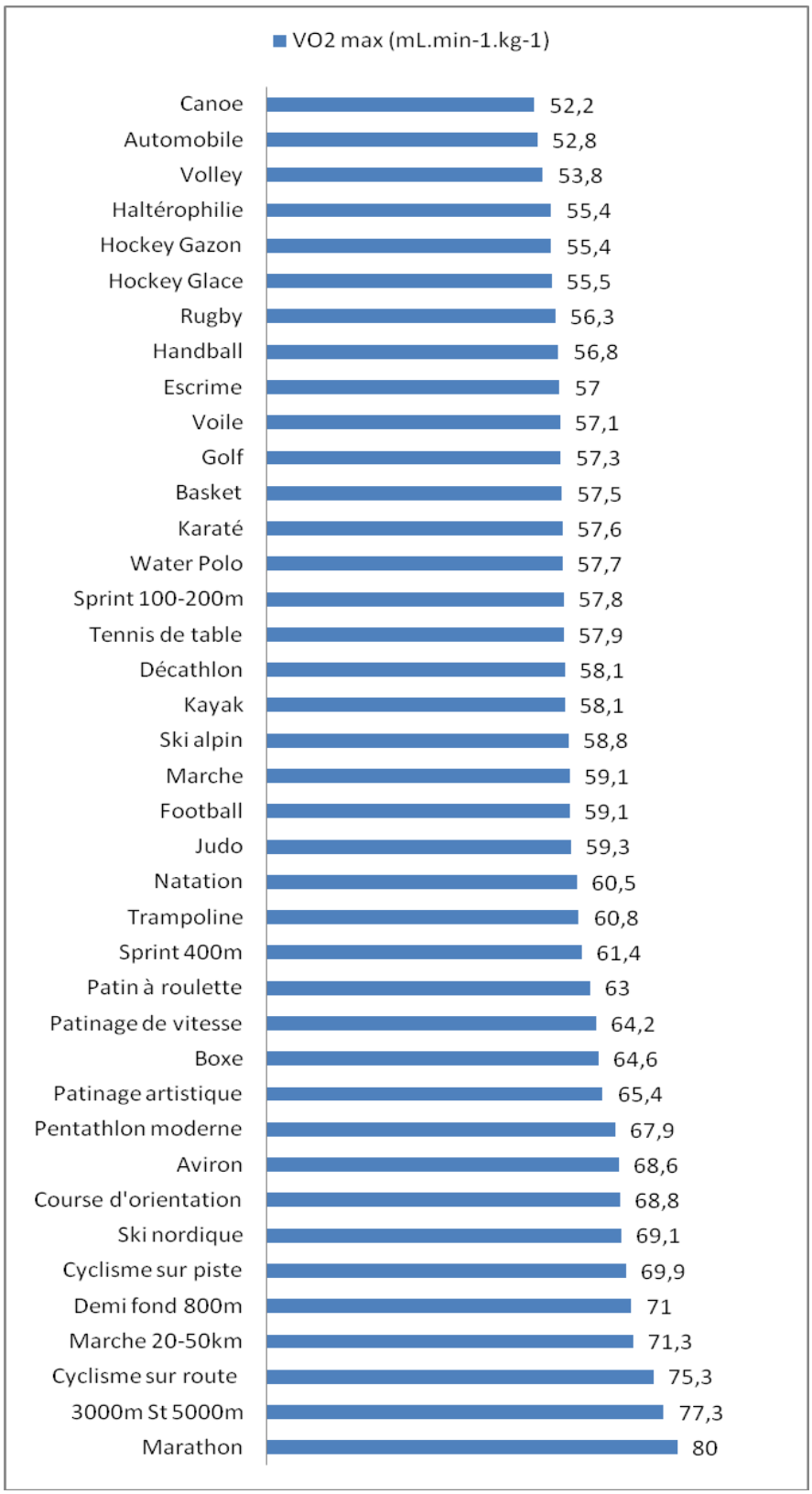

Tableau 7 : VO2 maximales moyennes des équipes nationales françaises de 1979 à 1988.

Notre moyenne de 51,1 ± 5,18 mL.min-1.kg-1 se rapproche des moyennes retrouvées chez les sportifs pratiquant le basketball, le football, le football américain, la gymnastique et la natation. Nous pouvons donc supposer que les capacités physiques des pilotes sont équivalentes à celles des athlètes pratiquant ces différents sports. En revanche, dans certaines disciplines nécessitant un important travail d'endurance, comme le ski nordique, le cyclisme, les valeurs de VO2 maximale restent supérieures à celles des pilotes de haut niveau français.

Il faut bien être conscient que la valeur de la VO2max n'est pas une garantie des performances du pilote. Elle ne reflète pas la totalité des capacités du pilote. Elle reste un moyen ludique pour évaluer le sportif et permet de guider son entraînement. L'évolution de la valeur de la VO2max est beaucoup plus précieuse, car elle est le reflet de la progression du pilote grâce à sa préparation physique. Celle-ci doit être complète et structurée. Un exemple de préparation physique simple et réalisable par tous les pilotes a été proposé par Fagnan [16]. Elle se déroule en plusieurs cycles répartis sur une année complète. Elle comprend des exercices en aérobiose afin d'améliorer l'endurance cardiovasculaire (course à pied, vélo), des exercices en anaérobiose (sprints en course à pied ou vélo), des exercices de musculation (bras, épaules, cou, dos, jambes) et des exercices d'assouplissements.

Chapitre 5

Conclusion

L'encadrement médical des SHN suit un cadre légal bien codifié. Notre étude a pu mettre en évidence que cette règlementation est scrupuleusement respectée pour les pilotes de haut niveau français.

La visite d'aptitude médicale a une place primordiale dans l'acquisition d'une licence. Elle permet de contrôler la bonne santé de ces sportifs dont les sollicitations physiques sont multiples et peuvent avoir de graves conséquences lors d'un accident. Cette consultation auprès d'un médecin spécialisé dans le sport automobile permet de dépister des pathologies contre-indiquant la pratique de cette discipline, ou l'apparition de complications liées également à sa pratique.

Notre étude, qui est des premières revues des pilotes de haut niveau français a permis de faire le point sur leur état physique et sur leur niveau de performance. Nous avons pu observer un niveau de performance correspondant à un très bon niveau de forme physique et de préparation. Nous pouvons considérer le niveau physique des pilotes équivalent à celui de sportifs pratiquant une discipline jugée plus athlétique par le grand public.

Ce travail pourrait être poursuivi par une étude de plusieurs indices de performances face à des groupes d'athlètes pratiquant des disciplines différentes.

Bibliographie

1. Ministère de la jeunesse et des sports. Décret n°2002-707 du 29 avril 2002 pris pour l'application de l'article 26 de la loi n°84-610 du 16 juillet 1984 et relatif au sport de haut niveau. JO du 3 mai 2002. p.08223.

2. Ministère de la jeunesse, des sports et de la vie associative. Arrêté du 11 février 2004 fixant la nature et la périodicité des examens médicaux prévus aux articles L. 3621-2 et R. 3621-3 du code de la santé publique. JO du 15 août 2006. p.12081.

3. Harmon KG, Asif IM, Klossner D, Drezner JA. Incidence of sudden cardiac death in National Collegiate Athletic Association Athletes. Circulation. 2001 ;123(15) :1594-600.

4. Maron BJ, Haas TS, DoererJJ, Thompson PD, Hodges JS. Comparison of U.S. and Italian experiences with sudden cardiac deaths in young competitive athletes and implications for pre-participation screening strategies. Am J Cardiol. 2009 ;104(2) :276-80.

5. Fédération Internationale de l'Automobile. Appendice L au code sportif international Publié le 17 juillet 2014. Disponible à partir de : http://www.fia.com/sites/default/files/regulation/file/14.07.17_ANNEXE%20L%202014.pdf

6. Société Française de Médecine du Sport. Fiche pratique de visite de non-contrindication à la pratique d'un sport. Publié en février 1999. Disponible à partir de : http://www.sfmes.org/fr/images_db/visite_nci.pdf

7. Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H, Sharma S, Link M, Basso C, et al. Recommendations for interpretation of 12-lead electocardiogram in the athlete. Eur Heart J. 2010;31(2):243-59.

8. Rizzo M, Spataro A, Cecchetelli C, Quaranta F, Livrieri S, Sperandii F, et al. Structural cardiac disease diagnosed by echocardiography in asymptomatic young male soccer players : implication for pre-participation screening. Br J Sports Med. 2012 ;46(5):371-3.

9. Magalski A, McCoy M, Zabel M, Magee LM, Goecke J, Main ML, et al. Cardiovascular screening with electrocardiography and echocardiography in collegiate athletes. Am J Med. 2011 ;124(6) :511-8.

10. Medelli J. Les épreuves d'effort en médecine du sport. Science & Sports. 1998 ;13 :174-87.

11. Schwaberger G. Heart rate, metabolic and hormonal responses to maximum psycho-emotional and physical stress in motor car racing drivers. Int Arch Occup Environ Health. 1987 ;59 :579-604.

12. Brearley MB, Finn JP. Responses of motor-sport athletes to V8 supercar raicng in hot conditions. Int J Sports Physiol Perform. 2007 ; 2(2) :182-91.

13. Hoffman J. Physiological aspects of sport training and performance. Champaign : Human Kinetics ; 2002.

14. Tatterson AJ, Hahn AG, Martin DT, et al. Effects of heat stress on physiological responses and exercise performance in elite cyclists. J Sci Med Sport. 2000 ;3(2) :186-93.

15. Greenleaf JE. Problem: thirst, drinking behaviour, and involuntary dehydration. Med Sci Sports Exerc. 1992 ;24(6) :645-56.

16. Bertrand C, Keromes A, Lemeunier BF, Meistelman C, Prieur C, Richalet JP. Physiologie des Sports Mécaniques. First international congress of sport automobile, Marseille ; 1983.

17. Richalet JP, Bertrand C. Evaluation and perspectives of medical study on race car drivers, Creteil ;1983.

18. Beaune B, Durand S, Mariot JP. Open-wheel race car driving: energy cost for pilots. J Strength Cond Res. 2010 ;24(11) :2927-2932.

19. Walker SM, Dawson B, Ackland TR. Performance enhancement in rally car drivers via heat acclimatation and race simulation. Comp Biochem Physiol Part A. 2001 ;128 :701-707.

20. Backman J. Acute neuromuscular responses to car racing. Jyvaskyla Uni Dig Arch. 2005 https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/12567?show=full

21. Pruett M. Dario Franchitti: so you think driving an Indy car is easy ? Try braking-part1. http://blog.roadandtrack.com/dario-franchitti-so-you-think-you-driving-an-indy-car-is-easy-try-braking-part-1/

22. Pruett M. Dario Franchitti: so you think driving an Indy car is easy ? Try steering-part2. http://blog.roadandtrack.com/dario-franchitti-so-you-think-you-driving-an-indy-car-is-easy-try-steering-part-2/

23. Backman J, Kyröläinen H, Ylinen J, Häkkinen K. Neuromuscular performance characteristics of open-wheel and rally drivers. J Strength Cond Res. 2005 ;19(4) :777-784.

24. Whinnery JE, Shender BS. The opticogravic nerve: eye-level anatomic relationship within the central nervous system. Aviat Space Environ Med. 1993 ;64(10) :952-4.

25. Olvey SE. Rapid response: my inside story as a motor racing life-saver. UK : Haynes. 2006.

26. Videman T, Simonen R, Usenius J, Osterman K, Battié M. The long-term effects of rally driving on spinal pathology. Clin Biomech. 2000 ;15(2) :83-86.

27. Pascoe DD, Shanley LA, Smith EW. Clothing and exercise; biophysics of heat transfer between the individual clothing and the environment. Sport Med. 1994 ;18(1) :38-54.

28. Cheung SS, McLellan RM, Tenaglia S. The thermophysiology of uncompensable heat stress: physiological manipulations and individual characteristics. Sport Med. 2000 ;29(5) :329-59.

29. Wyon DP, Wyon I, Norin F. Effects of moderate heat stress on driver vigilance in a moving vehicle. Ergonomics. 1996 ;39 :61-75.

30. Walker SM, Ackland TR, Dawson B. The combined effect of heat and carbon monoxide on the performance of motorsport athletes. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol. 2001 ;128(4) :709-18.

31. Weingarten JA, Collop NA. Air travel: effects of sleep depravation and jet lag. Chest. 2013 ;144(4) :1394-401.

32. Posttraumatic Stress Disorder. Diagnostic and statistical manual of mental disorders - Fifth Edition. American Psychiatric Publishing. 2013 ;271-280.

33. Klarica AJ. Performance in motor sports. Br J Sports Med. 2001 ;35 :290-1.

34. Jacobs PL, Olvey SE, Johnson BM, Cohn KA. Physiological response to high-speed, open-wheel racecar driving. Med Sci Sports Exerc. 2002 ;34 :2085-2090.

35. Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. Physiology of sport and Exercise, 5th edition. Human Kinetics. 2012, pp.269.

36. Joussellin E et al. La consommation maximale d'oxygène des équipes nationales françaises de 1979 à 1988 (sportifs de plus de 20 ans). Sciences et sports. 1990 : 39-45.

ANNEXE N°1

Société Française de Médecine du Sport

FICHE D'EXAMEN MÉDICAL DE NON CONTRE INDICATION APPARENTE à la PRATIQUE D'UN SPORT

DOSSIER MÉDICAL CONFIDENTIEL : questionnaire préalable à la visite médicale à remplir et signer par le sportif

Document à conserver par le médecin examinateur

Nom : ..... Prénom : .....
Date de naissance : ..... Sport pratiqué : .....

Avez-vous déjà un dossier médical dans une autre structure, si oui laquelle :

Avez-vous déjà été opéré ? ..... ☐ non ..... ☐ oui
Précisez et si possible joindre les comptes rendus opératoires.

Avez-vous déjà été hospitalisé pour
traumatisme crânien ..... ☐ non..... ☐ oui
perte de connaissance ..... ☐ non..... ☐ oui
épilepsie ..... ☐ non..... ☐ oui
crise de tétanie ou spasmophilie ..... ☐ non..... ☐ oui

Avez-vous des troubles de la vue ? ..... ☐ non ..... ☐ oui
si oui, portez-vous des corrections : ..... ☐ lunettes ..... ☐ lentilles

Avez-vous eu des troubles de l'audition ..... ☐ non..... ☐ oui

Avez-vous eu des troubles de l'équilibre ..... ☐ non..... ☐ oui

Avez-vous eu connaissance dans votre famille des évènements suivants :

Accident ou maladie cardiaque ou vasculaire survenue avant l'age de 50 ans	Oui	Non
Mort subite survenue avant 50 ans (y compris mort subite du nourrisson)	Oui	Non

Avez-vous déjà ressenti pendant ou après un effort les symptômes suivants :

Malaise ou perte de connaissance	Oui	Non
Douleur thoracique	Oui	Non
Palpitations (*cœur irrégulier*)	Oui	Non
Fatigue ou essoufflement inhabituel	Oui	Non

Avez-vous

Une maladie cardiaque	Oui	Non
Une maladie des vaisseaux	Oui	Non
Été opéré du cœur ou des vaisseaux	Oui	Non
Un souffle cardiaque ou un trouble du rythme connu	Oui	Non
Une hypertension artérielle	Oui	Non
Un diabète	Oui	Non
un cholestérol élevé	Oui	Non
Suivi un traitement régulier ces deux dernières années (médicaments, compléments alimentaires ou autres)	Oui	Non
Une infection sérieuse dans le mois précédent	Oui	Non

Avez-vous déjà eu :
- un électrocardiogramme ..... ☐ non ..... ☐ oui
- un échocardiogramme ..... ☐ non ..... ☐ oui
- une épreuve d'effort maximale ..... ☐ non ..... ☐ oui

Avez-vous déjà eu ?
- des troubles de la coagulation ..... ☐ non ..... ☐ oui

À quand remonte votre dernier bilan sanguin ? ..... (le joindre si possible)

Fumez-vous ? ..... ☐ non ..... ☐ oui,
si oui, combien par jour ? ..... Depuis combien de temps ? .....

Avez-vous - des allergies respiratoires (rhume des foins, asthme) ☐ non ☐ oui
- des allergies cutanées ..... ☐ non ..... ☐ oui
- des allergies à des médicaments ..... ☐ non ..... ☐ oui
si oui, lesquels .....

Prenez-vous des traitements
- pour l'allergie ? (si oui, lesquels) ..... ☐ non ..... ☐ oui
- pour l'asthme ? (si oui, lesquels) ..... ☐ non ..... ☐ oui

Avez-vous des maladies ORL répétitives : angines, sinusites, otites ..... ☐ non ..... ☐ oui

Vos dents sont-elles en bon état ? (si possible, joindre votre dernier bilan dentaire) ... ☐ non ..... ☐ oui

Avez-vous déjà eu ?
- des problèmes vertébraux : ..... ☐ non ..... ☐ oui
- une anomalie radiologique : ..... ☐ non ..... ☐ oui

Avez-vous déjà eu : (précisez le lieu et quand)
- une luxation articulaire ..... ☐ non ..... ☐ oui
- une ou des fractures ..... ☐ non ..... ☐ oui
- une rupture tendineuse ..... ☐ non ..... ☐ oui
- des tendinites chroniques ..... ☐ non ..... ☐ oui
- des lésions musculaires ..... ☐ non ..... ☐ oui
- des entorses graves ..... ☐ non ..... ☐ oui

Prenez-vous des médicaments actuellement, ... ☐ non ..... ☐ oui

Avez-vous pris par le passé des médicaments régulièrement ..... ☐ non ..... ☐ oui

Avez-vous une maladie non citée ci-dessus .....

Avez-vous eu les vaccinations suivantes : Tétanos polio☐ non☐ oui Hépatite☐ non☐ oui Autres, précisez :..... .....

Avez-vous eu une sérologie HIV : ☐ non ..... ☐ oui

RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES FEMMES.

À quel âge avez-vous été réglée ? .....
Avez-vous un cycle régulier ? ..... ☐ non ..... ☐ oui
Avez-vous des périodes d'aménorrhée ? ..... ☐ non ..... ☐ oui
Combien de grossesses avez-vous eu ? .....
Prenez-vous un traitement hormonal ? ..... ☐ non ..... ☐ oui
Prenez-vous une contraception orale ? ..... ☐ non ..... ☐ oui
Consommez-vous régulièrement des produits laitiers ? ..... ☐ non ..... ☐ oui
Suivez-vous un régime alimentaire ? ..... ☐ non ..... ☐ oui
Avez-vous déjà eu des fractures de fatigue ? ..... ☐ non ..... ☐ oui
Dans votre famille, y a t'il des cas d'ostéoporose ? ..... ☐ non ..... ☐ oui
Avez-vous une affection endocrinienne ? ..... ☐ non ..... ☐ oui
Si oui, laquelle ? .....
Combien effectuez-vous d'heures d'entraînement par semaine ? .....

Je soussigné(parent ou tuteur pour les mineurs) certifie sur l'honneur l'exactitude des renseignements portés ci-dessus

Nom : ---------- *Date* ----------

Signature

ANNEXE N°2

FICHE D'EXAMEN MÉDICAL DE NON CONTRE INDICATION APPARENTE À LA PRATIQUE D'UN SPORT

Document à conserver par le médecin examinateur

Nom : ..... Prénom : .....
Adresse : ....
Tél. : ..... Date de naissance : .....Âge :.....
Club ou structure: ..... Discipline pratiquée : .....
Niveau de pratique……Titres ou classement……..
Heures d'activités physiques par semaine : ……
Scolarité……objectifs sportifs……

CARNET de SANTÉ présenté : oui- non

SAISON PRÉCÉDENTE

Maladies :..... Traitements :.....
Traumatismes :.....
Période(s) d'arrêt :……

Vaccinations : DTP ou autre ....
HB..... .....AUTRES……..

VISION OD ..... OG.....Corrections..... ☐ lunettes ☐ lentilles

MORPHOLOGIE

Taille :..... Poids : ..... IMC:.....
Stade pubertaire :..... ……. N cycles/an.....
RACHIS : S fonctionnels :……. Cyphose : ……Scoliose :……. Lordose :……
DDS :…….. Lasègue actif :..... Talon- fesse en procubitus :…….
Membres supérieurs.. ....
Membres inférieurs : .....……
État musculaire :……
État tendineux : ……
Signes fonctionnels ostéo-articulaires :……

APPAREIL CARDIOVASCULAIRE

Recherche d'un souffle cardiaque (position couchée et debout)
Palpation des fémorales
Signes cliniques de syndrome de Marfan
Mesure de la Pression artérielle aux deux bras (position assise)
Facteurs de risque : .....
Signes fonctionnels : .....
Fréquence cardiaque de repos :..... :…… .....
ECG si nécessaire: ....
Test d'effort si nécessaire

APPAREIL RESPIRATOIRE

Perméabilité nasale : ....
Auscultation : ....Asthme : ....

ÉTAT DENTAIRE ET ORL

....

BILAN PSYCHOLOGIQUE :

OBSERVATIONS– CONCLUSION : .....

RESUME

CONTEXTE : Les pilotes de course ont toujours souffert de préjugés quant à leur niveau et leurs performances physiques. Depuis le développement de la médecine du sport dans cette discipline, les pilotes sont considérés comme des athlètes complets. Les pilotes de haut niveau français dépendent du statut de sportif de haut niveau, dont l'encadrement médical est clairement défini par des textes de loi. En revanche, il existe un réel manque de données concernant leur niveau de forme physique. Notre étude va combler ce manque chez les pilotes de haut niveau français.

METHODE : Il s'agit d'une étude descriptive sur dossiers. Plusieurs critères définis vont être analysés dans les dossiers médicaux des visites d'aptitudes des pilotes de haut niveau français, sur un intervalle de temps allant de la saison 2009/2010 à la saison 2012/2013.

RESULTATS : L'analyse des résultats a pu mettre en évidence des paramètres anthropomorphiques équivalents à ceux des sportifs d'autres disciplines (âge, poids, taille IMC). La VO2 maximale était utilisée comme indice de performance physique lors des comparaisons. Nous avons pu constater que ce niveau de performance atteint est équivalent au niveau de sportifs d'autres disciplines considérées comme plus athlétiques (basketball, football, natation, gymnastique).

CONCLUSION : Les pilotes de haut niveau français ont un niveau de forme physique jugé comme très bon et correspondant au niveau d'athlètes d'autres disciplines sportives.

Physical evaluation of french elite race-drivers.

THESE : MEDECINE SPECIALISEE - ANNEE 2014.

MOTS CLES : Evaluation physique, pilotes de haut niveau, performance physique, VO2 maximale.

Université de Lorraine

Faculté de Médecine

9, avenue de Forêt de Haye

54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex