



UNIVERSITÉ TOULOUSE III - PAUL SABATIER  
FACULTÉ DE MÉDECINE

---

Année 2019

2019 TOUT3 1168

**THÈSE**

**POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE  
SPÉCIALITÉ MÉDECINE GÉNÉRALE**

Présentée et soutenue publiquement

Par

**Pauline BONNEAU**

Le 5 décembre 2019

**Connaissance et Application des 10 règles d'or de prévention cardiovasculaire  
chez le coureur à pied participant à l'édition 2017 du Marathon du Cognac (16)**

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Yves ABITTEBOUL

**JURY**

Monsieur le Professeur Pierre MESTHE  
Monsieur le Professeur Olivier LAIREZ  
Monsieur le Professeur Yves ABITTEBOUL  
Monsieur le Docteur Jean-Yves BARRACO

Président  
Assesseur  
Assesseur  
Assesseur

**TABLEAU du PERSONNEL HU**  
**des Facultés de Médecine de l'Université Paul Sabatier**  
**au 1<sup>er</sup> septembre 2018**

**Professeurs Honoraires**

Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patrice
Doyen Honoraire	M. LAZORTHE Yves	Professeur Honoraire	Mme MARTY Nicole
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. MAZIERES Bernard
Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Doyen Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. ABBAL Michel	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. ADER Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. OLIVES Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. ALBAREDE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. PASCAL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. ARLET Jacques	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER Georges
Professeur Honoraire	M. ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. BARRET André	Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. PUEL Pierre
Professeur Honoraire	M. BOCCALON Henri	Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel
Professeur Honoraire	M. BONAFÉ Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. BONEU Bernard	Professeur Honoraire	M. RAILHAC Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. REGIS Henri
Professeur Honoraire	M. BOUTAULT Franck	Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude
Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe	Professeur Honoraire	M. ROCHE Henri
Professeur Honoraire	M. CARATERO Claude	Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre
Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre	Professeur Honoraire	M. ROLLAND Michel
Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel
Professeur Honoraire	M. CHABANON Gérard	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard	Professeur Honoraire	M. SARRAMON Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. SIMON Jacques
Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. CLANET Michel	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. CONTE Jean	Professeur Honoraire	M. TREMOULET Michel
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA Michel	Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Professeur Honoraire	M. DABERNAT Henri	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. VOIGT Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. DALY-SCHVEITZER Nicolas		
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric		
Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges		
Professeur Honoraire	Mme DELISLE Marie-Bernadette		
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline		
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean		
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel		
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.		
Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique		
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU Guy		
Professeur Honoraire	M. ESCANDE Michel		
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE Henri		
Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean		
Professeur Honoraire	M. ESQUERRE J.P.		
Professeur Honoraire	M. FABIE Michel		
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean		
Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard		
Professeur Honoraire	M. FOURNIE Bernard		
Professeur Honoraire	M. FORTANIER Gilles		
Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard		
Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques		
Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle		
Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles		
Professeur Honoraire	M. GHISOLFI Jacques		
Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis		
Professeur Honoraire	M. GUIRAUD CHAUMEIL Bernard		
Professeur Honoraire	M. HOFF Jean		
Professeur Honoraire	M. JOFFRE Francis		
Professeur Honoraire	M. LACOMME Yves		
Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques		
Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche		
Professeur Honoraire	M. LARENG Louis		
Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy		
Professeur Honoraire	M. LAZORTHE Franck		
Professeur Honoraire	M. LAZORTHE Yves		
Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul		
Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François		
Professeur Honoraire	M. MANELFE Claude		

## Professeurs Émérites

Professeur ADER Jean-Louis  
Professeur ALBAREDE Jean-Louis  
Professeur ARBUS Louis  
Professeur ARLET-SUAU Elisabeth  
Professeur BOCCALON Henri  
Professeur BONEU Bernard  
Professeur CARATERO Claude  
Professeur CHAMONTIN Bernard  
Professeur CHAP Hugues  
Professeur CONTÉ Jean  
Professeur COSTAGLIOLA Michel  
Professeur DABERNAT Henri  
Professeur FRAYSSE Bernard  
Professeur DELISLE Marie-Bernadette  
Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard  
Professeur JOFFRE Francis  
Professeur LAGARRIGUE Jacques  
Professeur LARENG Louis  
Professeur LAURENT Guy  
Professeur LAZORTHES Yves  
Professeur MAGNAVAL Jean-François  
Professeur MANELFE Claude  
Professeur MASSIP Patrice  
Professeur MAZIERES Bernard  
Professeur MOSCOVICI Jacques  
Professeur MURAT  
Professeur ROQUES-LATRILLE Christian  
Professeur SALVAYRE Robert  
Professeur SARRAMON Jean-Pierre  
Professeur SIMON Jacques

## FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-PURPAN

37 allées Jules Guesde - 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : D. CARRIE

P.U. - P.H.

P.U. - P.H.

Classe Exceptionnelle et 1ère classe

2ème classe

M. ADOUE Daniel (C.E)	Médecine Interne, Gériatrie	Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie
M. AMAR Jacques	Thérapeutique	M. BONNEVILLE Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. ATTAL Michel (C.E)	Hématologie	M. BUREAU Christophe	Hépto-Gastro-Entéro
M. AVET-LOISEAU Hervé	Hématologie, transfusion	Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie
Mme BEYNE-RAUZY Odile	Médecine Interne	Mme CHARPENTIER Sandrine	Médecine d'urgence
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie	M. COGNARD Christophe	Neuroradiologie
M. BLANCHER Antoine	Immunologie (option Biologique)	M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
M. BONNEVILLE Paul (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie.	M. LAROCHE Michel	Rhumatologie
M. BOSSAVY Jean-Pierre (C.E)	Chirurgie Vasculaire	M. LEOBON Bertrand	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. BRASSAT David	Neurologie	M. LOPEZ Raphael	Anatomie
M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vascul	M. MARTIN-BLONDEL Guillaume	Maladies infectieuses, maladies tropicales
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique	M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie
M. CALVAS Patrick (C.E)	Génétique	M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale	M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie	M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive
M. CHAIX Yves	Pédiatrie	M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie
M. CHAUVEAU Dominique	Néphrologie	Mme RUYSSSEN-WITRAND Adeline	Rhumatologie
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie	Mme SAVAGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire
M. DAHAN Marcel (C.E)	Chirurgie Thoracique et Cardiaque	M. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Fonct.	Mme TREMOLIERES Florence	Biologie du développement
M. DEGUINE Olivier (C.E)	Oto-rhino-laryngologie	Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie		
M. FERRIERES Jean (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique		
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie		
M. FOURNIÉ Pierre	Ophthalmologie		
M. GAME Xavier	Urologie	<b>P.U. Médecine générale</b>	
M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation	M. MESTHÉ Pierre	
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie		
Mme LAMANT Laurence (C.E)	Anatomie Pathologique	<b>Professeur Associé Médecine générale</b>	
M. LANG Thierry (C.E)	Biostatistiques et Informatique Médicale	M. ABITTEBOUL Yves	
M. LANGIN Dominique (C.E)	Nutrition	M. POUTRAIN Jean-Christophe	
M. LAUWERS Frédéric	Anatomie		
M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine Interne	<b>Professeur Associé en Neurologie</b>	
M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie	Mme PAVY-LE TRAON Anne	
M. MALAUAUD Bernard	Urologie		
M. MANSAT Pierre	Chirurgie Orthopédique		
M. MARCHOU Bruno	Maladies Infectieuses		
M. MAZIERES Julien	Pneumologie		
M. MOLINIER Laurent	Epidémiologie, Santé Publique		
M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)	Pharmacologie		
Mme MOYAL Elisabeth	Cancérologie		
Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)	Gériatrie		
M. OSWALD Eric	Bactériologie-Virologie		
M. PARANT Olivier	Gynécologie Obstétrique		
M. PARIENTE Jérémie	Neurologie		
M. PARINAUD Jean (C.E)	Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.		
M. PAUL Carle	Dermatologie		
M. PAYOUX Pierre	Biophysique		
M. PAYRASTRE Bernard (C.E)	Hématologie		
M. PERON Jean-Marie	Hépto-Gastro-Entérologie		
M. PERRET Bertrand (C.E)	Biochimie		
M. RASCOL Olivier (C.E)	Pharmacologie		
M. RECHER Christian	Hématologie		
M. RISCHMANN Pascal	Urologie		
M. RIVIERE Daniel (C.E)	Physiologie		
M. SALES DE GAUZY Jérôme	Chirurgie Infantile		
M. SALLES Jean-Pierre (C.E)	Pédiatrie		
M. SANS Nicolas	Radiologie		
Mme SELVES Janick	Anatomie et cytologie pathologiques		
M. SERRE Guy (C.E)	Biologie Cellulaire		
M. TELMON Norbert (C.E)	Médecine Légale		
M. VINEL Jean-Pierre (C.E)	Hépto-Gastro-Entérologie		
<b>P.U. Médecine générale</b>			
M. OUSTRIC Stéphane			

## FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL

133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : E. SERRANO

P.U. - P.H. Classe Exceptionnelle et 1ère classe		P.U. - P.H. 2ème classe	
M. ACAR Philippe	Pédiatrie	M. ARBUS Christophe	Psychiatrie
M. ACCADBLED Franck	Chirurgie Infantile	M. AUSSEIL Jérôme	Biochimie et biologie moléculaire
M. ALRIC Laurent (C.E)	Médecine Interne	M. BERRY Antoine	Parasitologie
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie	M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie
M. ARNAL Jean-François	Physiologie	M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique	Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
M. BUJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie	M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique et des brûlés
Mme BURA-RIVIERE Alessandra	Médecine Vasculaire	M. CHAYNES Patrick	Anatomie
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépatogastro-Entérologie	Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie	M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
M. CARON Philippe (C.E)	Endocrinologie	M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses
M. CHAUFOR Xavier	Chirurgie Vasculaire	M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie	M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie	M. GARRIDO-STÖWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
M. COURBON Frédéric	Biophysique	Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique
Mme COURTADE SAIDI Monique	Histologie Embryologie	M. HUYGHE Eric	Urologie
M. DAMBRIN Camille	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire	Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
M. DELABESSE Eric	Hématologie	M. LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
M. DELORD Jean-Pierre	Cancérologie	M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie	M. MAURY Jean-Philippe	Cardiologie
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice	Thérapeutique	M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie	M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. GALINIER Michel (C.E)	Cardiologie	M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. GLOCK Yves (C.E)	Chirurgie Cardio-Vasculaire	M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. GOURDY Pierre	Endocrinologie	M. SOLER Vincent	Ophthalmologie
M. GRAND Alain (C.E)	Epidémiologie. Eco. de la Santé et Prévention	Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis	Chirurgie plastique	Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie	M. TACK Ivan	Physiologie
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie	M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
M. KAMAR Nassim	Néphrologie	M. YSEBAERT Loic	Hématologie
M. LARRUE Vincent	Neurologie		
M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie		
M. MALECAZE François (C.E)	Ophthalmologie	<b>P.U. Médecine générale</b>	
M. MARQUE Philippe	Médecine Physique et Réadaptation	Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve	
Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie		
M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation	<b>Professeur Associé de Médecine Générale</b>	
M. OTAL Philippe	Radiologie	M. BOYER Pierre	
M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile		
M. RITZ Patrick	Nutrition	<b>Professeur Associé en Pédiatrie</b>	
M. ROLLAND Yves (C.E)	Gériatrie	Mme CLAUDET Isabelle	
M. ROUGE Daniel (C.E)	Médecine Légale		
M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie		
M. ROUX Franck-Emmanuel	Neurochirurgie		
M. SAILLER Laurent	Médecine Interne		
M. SCHMITT Laurent (C.E)	Psychiatrie		
M. SENARD Jean-Michel (C.E)	Pharmacologie		
M. SERRANO Elie (C.E)	Oto-rhino-laryngologie		
M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail		
M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie		
M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive		
Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)	Pédiatrie		
Mme URO-COSTE Emmanuelle	Anatomie Pathologique		
M. VAYSSIERE Christophe	Gynécologie Obstétrique		
M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie		
<b>Professeur Associé de Médecine Générale</b>			
M. STILLMUNKES André			

**M.C.U. - P.H.**

M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
M. APOIL Pol Andre	Immunologie
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie
Mme BERTOLI Sarah	Hématologie, transfusion
M. BIETH Eric	Génétiq
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition
Mme CASSAGNE Myriam	Ophtalmologie
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie
M. CAVAGNAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
Mme CHANTALAT Elodie	Anatomie
M. CONGY Nicolas	Immunologie
Mme COURBON Christine	Pharmacologie
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie
Mme de GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie
Mme DE MAS Véronique	Hématologie
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie
M. GANTET Pierre	Biophysique
Mme GENNERO Isabelle	Biochimie
Mme GENOUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire
M. HAMDJ Safouane	Biochimie
Mme HITZEL Anne	Biophysique
M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire
M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale
Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie
M. LHERMUSIER Thibaut	Cardiologie
M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie
Mme MONTASTIER Emilie	Nutrition
Mme MOREAU Marion	Physiologie
Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
M. PILLARD Fabien	Physiologie
Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie
Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie
Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie
M. TAFANI Jean-André	Biophysique
M. TREINER Emmanuel	Immunologie
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie
M. VIDAL Fabien	Gynécologie obstétrique

**M.C.U. Médecine générale**

M. BRILLAC Thierry  
Mme DUPOUY Julie

**M.C.U. - P.H**

Mme ABRAVANEL Florence	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie
Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire
M. CMBUS Jean-Pierre	Hématologie
Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie
Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie
Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique
Mme CAUSSE Elizabeth	Biochimie
M. CHASSAING Nicolas	Génétiq
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire
Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques
Mme CORRE Jill	Hématologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
M. DEDUIT Fabrice	Médecine Légale
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale
M. DESPAS Fabien	Pharmacologie
M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail
Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie
Mme GALINIER Anne	Nutrition
Mme GALLINI Adeline	Epidémiologie
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie
M. GASQ David	Physiologie
M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction
Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
Mme INGUENEAU Cécile	Biochimie
M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. LEPAGE Benoit	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme MAUPAS SCHWALM Françoise	Biochimie
M. MIEUSSET Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. MOULIS Guillaume	Médecine interne
Mme NASR Nathalie	Neurologie
M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
M. RONGIERES Michel	Anatomie - Chirurgie orthopédique
Mme VALLET Marion	Physiologie
M. VERGEZ François	Hématologie

**M.C.U. Médecine générale**

M. BISMUTH Michel  
Mme ESCOURROU Brigitte

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr FREYENS Anne  
Dr IRI-DELAHAYE Motoko  
Dr CHICOULAA Bruno

Dr BIREBENT Jordan  
Dr BOURGEOIS Odile  
Dr LATROUS Leila

## REMERCIEMENTS

**A Monsieur le Professeur Pierre MESTHE,**

*Professeur Universitaire de Médecine Générale – Médecin généraliste*

Vous me faites l'honneur de présider ce jury. J'ai eu la chance de passer un semestre dans les Hautes Pyrénées, où j'ai pu profiter de votre bienveillance et de votre gentillesse. Je vous remercie de votre implication et de votre enthousiasme dans la formation des futurs médecins généralistes. Soyez assuré de mon admiration et de ma reconnaissance.

**A Monsieur le Professeur Yves ABITTEBOUL, directeur de thèse,**

*Professeur Universitaire de Médecine Générale, Maître de Conférences de Médecine Générale – Médecin du sport.*

Merci d'avoir accepté de diriger ce travail. Malgré un début avec des travaux quelque peu désordonnés, tu as su rester à l'écoute, tout en établissant un cadre nécessaire à cette étude. Merci de ta confiance, de tes précieux conseils, de ta disponibilité tout au long de ce travail. Sois assuré de ma sincère reconnaissance.

**A Monsieur le Professeur Olivier LAIREZ,**

*Professeur Universitaire, Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier – Cardiologue*

Je vous remercie de me faire l'honneur d'évaluer ce travail.

Veillez recevoir l'expression de mes sincères remerciements.

**A Monsieur le Docteur Jean-Yves BARRACO**

*Maître de Stage Universitaire – Médecin Généraliste*

Merci, d'avoir accepté de siéger à ce jury. Tu as marqué mon dernier semestre de formation en médecine générale. « Au fur et à mesure » de nos discussions, l'idée de ce sujet a germé, et le travail a pris forme. Merci de ta disponibilité, ton humanité, et de cette passion commune pour la médecine de montagne. Je serai fier de suivre tes traces.

**A ma famille et à mes amis,**

**A mes Parents,** votre amour et votre soutien sans faille durant toutes ces années m'ont été précieux. Je mesure en écrivant ces lignes la chance que j'ai de vous avoir. Merci.

**A toi, Maxime,** ma vie et mon orientation ont changé depuis notre rencontre il y a maintenant 8 ans. Tu fais mon bonheur au quotidien. Quelle chance de t'avoir pour m'accompagner dans ces moments importants de ma vie, comme dans les moments de doute. Quelle joie de te savoir à mes côtés pour le reste de ma vie.

**A ma sœur, Mélanie.** Ce travail te revient un peu aussi. Merci pour les heures, les jours, les nuits passées à me corriger. L'orthographe n'a jamais été mon fort, tu as donc accompli l'exploit que mes écrits soient « lisibles », bravo ! Merci, d'avoir toujours été présente pour m'épauler. Je te remercie de tes conseils justes. Même si nos chemins prennent différentes orientations, tu restes un modèle pour moi.

**A Maxime,** oui l'autre maxime ! Je te remercie d'être toujours présent quand on a besoin de toi. Tu apportes à ta manière une aide discrète, mais qui est toujours là. Merci de prendre soin de notre Mamette et du petit Roro. Tu fais leur bonheur au quotidien.

**A ma petite sœur Esther,** ta joie de vivre et ta fraîcheur rayonnent tout autour de toi. Nos histoires, et nos voyages autour du monde, en commun ou séparément, m'ont toujours fait rêver. Découvrir, rencontrer, partager, s'émerveiller... à quand, notre prochaine virée ?

**A la famille Gaillard.** Thierry, MarieJo, Lucien, Lisa, Paul, Firmin...merci à tous ces sacrés gaillards, qui m'accompagnent depuis maintenant 8 années. J'ai la joie de compter parmi vous maintenant. Une vrai « gaillarde » !

**A mes grands-parents,** Marie Helene et Philippe ; et mes nouveaux grands-parents Marie Paule et Joseph. Quelle chance de vous avoir tous les quatre à mes côtés. Merci pour votre sagesse et votre bienveillance depuis toujours.

**A mes ami(e)s,** à Cécile et aux membres de la team « frozienne ». Toujours présents dans les moments importants de ma vie. Pour tous ces souvenirs inoubliables. J'ai beaucoup de chances de vous avoir.

**A Anne,** merci pour ton aide de traduction. Thanks you!

A l'équipe des foulées nature de Matha. Un merci tout particulier aux personnes venues m'aider à distribuer les questionnaires nécessaire à la thèse durant de longues heures au Marathon du Cognac. Votre enthousiasme et votre implication m'ont beaucoup touché.

Aux organisateurs et à l'équipe du Marathon du Cognac, merci de m'avoir autorisé à réaliser ce travail.

Merci à tous les coureurs qui ont répondu à ce questionnaire, sans eux ce travail ne pourrait exister



## TABLE DES MATIERES

<i>LISTE DES ABREVIATIONS</i> .....	2
<i>INTRODUCTION</i> :.....	3
<i>I. MODALITES DE LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE</i> .....	5
1.    Technique de recherche .....	5
2.    Critères de sélection et d'exclusion .....	5
3.    Construction des équations de recherche et diagramme de flux.....	6
<i>II. LES 10 REGLES D'OR</i> .....	11
1.    Les règles 1-2-3 : Prodromes cardiovasculaire au cours du sport .....	11
1.1    Prodromes cardiovasculaires : douleur thoracique, dyspnée anormale, palpitation.....	11
1.2    Malaise ou syncope à l'effort .....	12
2.    La règle 4 : le risque cardiaque en absence d'échauffement et de récupération.....	15
2.1    L'échauffement.....	15
2.2    La récupération .....	16
3.    La règle 5 : Risque cardiovasculaire de la déshydratation au cours du sport .....	19
3.1    Physiologie de l'hypohydratation .....	19
3.2    Conséquence de la déshydratation sur le système cardio-vasculaire au cours du sport.....	20
4.    La règle 6 : Les contraintes environnementales au cours du sport sur le cœur.....	23
4.1.    Troubles liés à la chaleur .....	23
4.2.    Troubles liés au froid .....	26
4.3.    Risque de la pollution sur le système cardiovasculaire, au cours de l'exercice .....	27
5.    La règle 7 : le tabac et le risque cardio-vasculaire au cours du sport .....	32
6.    La règle 8 : l'automédication et risque cardio-vasculaire pendant le sport .....	35
6.1.    Risque de l'automédication au cours de l'exercice .....	35
6.2.    Risque cardio-vasculaire du dopage au cours l'exercice.....	37
7.    La règle 9 : Le risque de la pratique sportive en contexte fébrile.....	39
8.    La règle 10 : Le bilan cardiaque .....	44
<i>III. MATÉRIEL et MÉTHODES</i> .....	46
1.    Population de l'étude .....	46
2.    Questionnaire .....	46
3.    Méthode statistique .....	46
4.    Réalisation de l'enquête.....	47
<i>IV. RESULTATS</i> .....	48
1.    Caractéristique de la population .....	48
2.    Connaissance et application des « 10 règles d'or » .....	49
3.    Analyse en sous-groupes de la connaissance et l'application des 10 règles d'or .....	51
<i>V. LIMITES ET BIAIS</i> .....	57
<i>VI. DISCUSSION</i> .....	59
1.    Objectif principal : la connaissance du terme « 10 règles d'or ».....	59
2.    Objectif secondaire : l'application des 10 règles d'or .....	61
<i>CONCLUSION</i> .....	70
<i>ANNEXES</i> .....	72
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i> .....	75
<i>RESUME</i> .....	82

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**AMA** : Agence mondiale antidopage

**AHA** : American Heart Association

**AP** : Activité Physique

**CACI** : Certificat d’Absence de Contre-Indication

**CIO** : Comité international olympique

**CNOSF** : Comité National Olympique et Sportif Français

**ECG** : Électrocardiogramme

**EE** : Épreuve d’Effort

**ESC** : European Society of Cardiology

**FDRcv** : Facteur de risque cardiovasculaire

**FFA** Fédération Française d’Athlétisme

**HTA** : Hypertension Artériel

**INPES** : Institut National de Prévention et d’Éducation pour la Santé (appelé depuis 2017 Santé Publique France)

**SFC** : Société Française de Cardiologie

**SFMES** : Société Française de Médecine de l’Exercice et du Sport

## **LISTE DES ANNEXES**

- Annexe 1 : Questionnaire

- Annexe 2 : Les 10 règles d’or du Club des Cardiologues du sport

- Annexe 3 : Avis Commission d’Ethique

## INTRODUCTION :

La course à pied est un sport véritablement universel. En effet, cette activité peut se pratiquer en ville, en campagne ou en montagne, sans contraintes horaires, à tout âge, avec ou sans chaussures. Tels sont les principaux aspects d'un sport ouvert à tous, qui connaît une augmentation croissante du nombre de pratiquants au fil des années. Par nécessité ou par plaisir, l'être humain a toujours couru : dès la préhistoire pour chasser le gibier ou dans la Grèce antique pour participer aux Jeux à Olympie. Bien que l'estimation soit difficile compte tenu du caractère très disparate cette pratique, en 2014, en France, on recensait 8,5 millions d'adeptes réguliers de la course à pied, soit 19% de la population adulte (1). Comparativement, on a dénombré 16.5 millions de coureurs lors du 2ème sommet de la course à pied en 2016, alors qu'ils n'étaient que 6 millions de coureurs réguliers au début des années 2000(1). Parallèlement à l'expansion du nombre de coureurs, le nombre de courses hors stades s'est accru de façon exponentielle ces dernières années. Dans le même sens, on constate un engouement pour les courses de haute intensité ; 1,5 million de pratiquants ont participé à une course, dont environ 350000 en montagne ou à un trail.

D'après une enquête, menée par la Fédération Française d'Athlétisme (FFA), les principales motivations des coureurs visent à améliorer leurs conditions physiques (58%), à entretenir un bon capital santé (58%) et à perdre du poids (35%). La pratique régulière d'une activité physique est bénéfique en termes de morbi-mortalité (2). La sédentarité est le quatrième facteur de risque de mortalité à l'échelle mondiale (6 % des décès)(2), elle constitue la cause principale d'environ 27 % du diabète et environ 30 % des maladies cardiaques ischémiques. Les études montrent que la course, même de 5 à 10 min / jour et à une vitesse lente <6 km / h, est associée à une réduction marquée des risques de décès toutes causes confondues et de maladies cardiovasculaires, respectivement de 29% et de 50% inférieur à ceux des non-coureurs.(3)

Cependant, au moment-même de la pratique du sport, l'individu soumet son système cardiovasculaire à des contraintes hémodynamiques inhabituelles, parfois majorées par le stress de la compétition et/ou par des conditions météorologiques défavorables. En effet, une activité physique intense et / ou soutenue peut, de manière paradoxale et transitoire, augmenter le risque d'événements cardiaques et de mort subite cardiaque chez les sportifs plus âgés et les jeunes athlètes présentant des anomalies cardiaques génétiques, même chez les athlètes professionnels(4)(5)(6)

Concernant le jeune sportif ayant moins de 35 ans, on retrouve une plus haute incidence de pathologies cardiaques héréditaires. La cardiomyopathie hypertrophique reste la pathologie la plus fréquente, la dysplasie arythmogène du ventricule droit et le syndrome du QT long

étant également en causes. L'incidence des décès uniquement cardiovasculaires liés au sport était de 2,1 /100 000 participants/an chez les athlètes compétiteurs de moins de 35 ans, contre 0,7 pour les non sportifs.(7) Chez les sportifs de plus de 35 ans, la cause de la mort subite est en général liée à l'athérosclérose coronarienne, dans plus de 75 % des autopsies effectuées (7)(4), avec une incidence de syndrome coronaire aigu plus élevée que celle retrouvée dans la mort subite non liée au sport. Une étude française menée en 2015, rapporte qu'à Paris, environ 2000 morts subites d'origine cardiaque présumée surviennent chaque année(8). Ces auteurs estiment que sur une population française de 5 millions de personnes de plus de 18 ans, l'incidence de la mort subite serait de 23000 à 37000 par an dans le contexte extrahospitalier(9).

Pour le médecin généraliste amené à rédiger des certificats d'aptitude au sport, le problème quotidien est de repérer les sujets à risque de mort subite, et de leur proposer un dépistage adapté. Cependant, rappelons que les certificats d'absence de contre-indication à la pratique du sport, sont réalisés au cours du mois de septembre octobre pour 90% d'entre eux, soit à distance des diverses épidémies. Comment alors penser à faire un certificat d'inaptitude temporaire lorsqu'on revoit ces mêmes sportifs lors d'un épisode fébrile au moment de l'hiver ? En 2006, les cardiologues du sport ont constaté au sein d'un échantillon de sportifs, un désintérêt concernant les facteurs de risques cardiovasculaires ou les symptômes cardiaques tels que des douleurs thoraciques et des palpitations banalisés au cours du sport. Ils ont évoqué l'ignorance des dangers liés à l'usage du tabac et des drogues, des conditions climatiques extrêmes et la pratique de l'exercice avec fièvre(10) Afin de faciliter la démarche des médecins et d'informer le grand public, le Club des cardiologues du sport a établi une liste de dix recommandations intitulées « les 10 règles d'or »(11).

Par un questionnaire simple de 10 questions, remis à un échantillon de coureurs de différents niveaux lors d'un événement sportif ouvert à tous, nous avons voulu analyser les connaissances actuelles sur les facteurs de risques et les comportements à risque en relation avec les accidents cardiaques induits par l'exercice.

Ainsi l'objectif principal de cette étude est de faire le point sur l'état des connaissances des « 10 règles d'or ». L'objectif secondaire est la mise en application de celles-ci, sur un large échantillon de coureurs à pied, de différents niveaux participants à cette course. La recherche narrative de la littérature permettra d'apprécier la pertinence de ces 10 règles d'or comparé à notre enquête. Enfin, nous envisagerons diverses solutions pour améliorer les connaissances des sportifs et veiller à leur application, en aidant le médecin de soins premiers dans sa mission de prévention.

# I. MODALITES DE LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

## 1. Technique de recherche

Les recherches bibliographiques ont été réalisées au sein des bases de données PubMed, CISMeF et Wef of Science sur des articles en langues anglaise ou française publiés entre 1970 et 2019. Les mêmes recherches ont été réalisées via le moteur de recherche Google et Google Scholar. Des articles ont également été retrouvés dans les revues : *Revue du Praticien Médecine Générale, Santé et Sport*, et sur les sites : *club des cardiologues du sport, Santé Publique France, Ministère de la santé, des Fédérations Françaises de Sport*. Une première sélection des articles a été faite par lecture des titres et des résumés, en ne retenant que ceux correspondants aux critères d'inclusion, et une seconde sélection sur la lecture du texte entier.

Le travail de recherche a été réalisé par un seul opérateur, l'auteur de cette thèse.

Il s'agit d'une recherche narrative de bibliographie.

## 2. Critères de sélection et d'exclusion

Les critères de sélection des articles étaient :

- Type d'articles : essais cliniques, recommandations de bonnes pratiques, revues de littérature et méta analyses, thèse de médecine, ciblés sur le système cardiovasculaire et l'activité physique.
- Date de publication : entre 1970 et 2019
- Langue : anglais et français.
- Population : homme ou femme de plus de 18 ans, sans antécédents cardiaque personnel, sportif non professionnel

Les critères d'exclusion des articles ont été :

- Type d'article : les articles incluant une population ne remplissant pas les critères d'inclusion, les études concernant les effets de l'activité physiques sur les autres organes que le cœur, les articles traitant de l'effet bénéfique du sport, les articles traitant de la prévention du risque cardiaque par le sport ou des bénéfices du sport pour la santé, les articles traitant de la prévention secondaire, les études à faible échantillon sans conclusion statistiques significatives
- Population : Athlètes professionnels ; mineurs ; sportifs atteints de pathologie cardiovasculaire

Les guides thérapeutiques et recommandations de bonnes pratiques ont été inclus car ils s'appuient sur des données fiables et validées par les sociétés savantes.

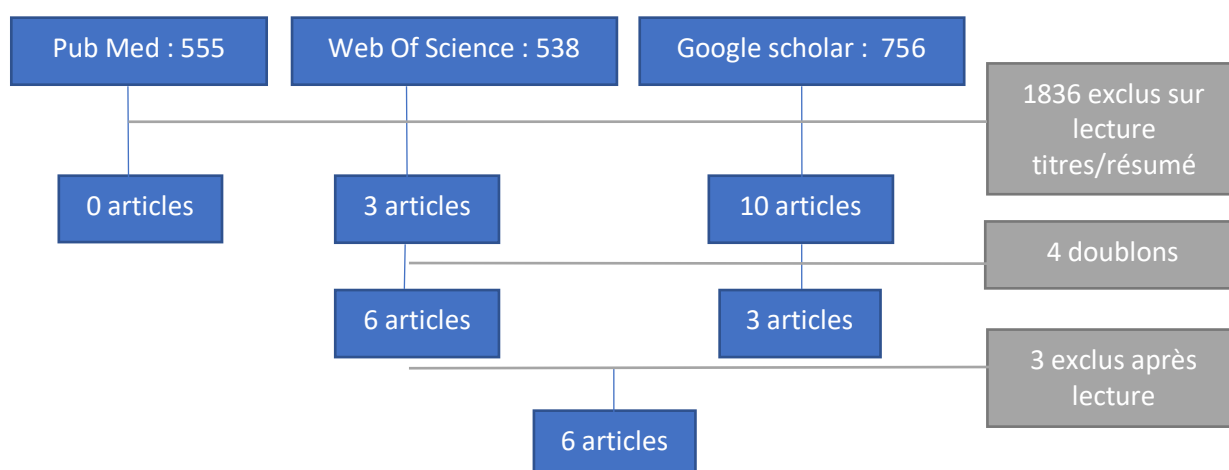
### 3. Construction des équations de recherche et diagramme de flux

Le terme « règle d'or » est uniquement un terme français, et concerne spécifiquement les 10 règles d'or du Club des Cardiologues du Sport pour cette étude. D'autres règles de bonne pratique ou bonne conduite dans le sport sont souvent citées mais ne concernent pas notre étude portant sur le système cardio-vasculaire.

Ainsi, les règles d'or étant une « spécificité française », nous ne retrouvons que peu d'éléments dans la littérature. En revanche, chacune de ses règles est basée sur de nombreux cas et des études scientifiques. C'est pourquoi, nous avons proposé différentes équations de recherche avec pour chacune un diagramme de flux.

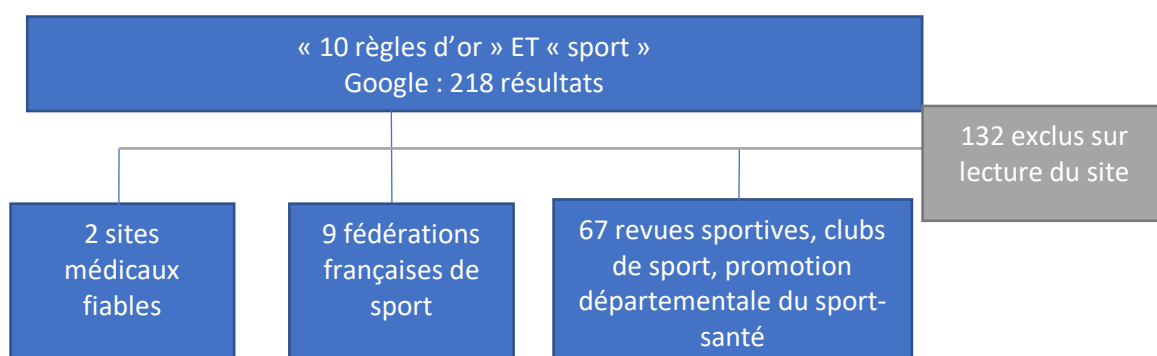
#### Les 10 règles d'or

Les termes « 10 règles d'or » ou « 10 reflexes en or » ET « sport » ou « activité physique » ont été traduits en anglais puis en termes Mesh. L'équation de recherche ((« awareness » OR « education ») AND (« sudden death cardiac » OR « cardiovascular events ») AND (« sport » OR physical activity »)) ont été rentré dans les moteurs de recherches, restreint aux années 2009 à 2019. En effet, 2009 est la date de publication des « 10 règles d'or ». Sur Pub Med, la recherche n'a pas abouti car les 555 articles n'entraient pas les critères de sélections. Sur Web of science, la recherche a abouti à 538 articles, dont 6 concernaient notre étude. Sur Google Scholar ont obtenu 756 articles dont on ne retient que 10 articles.



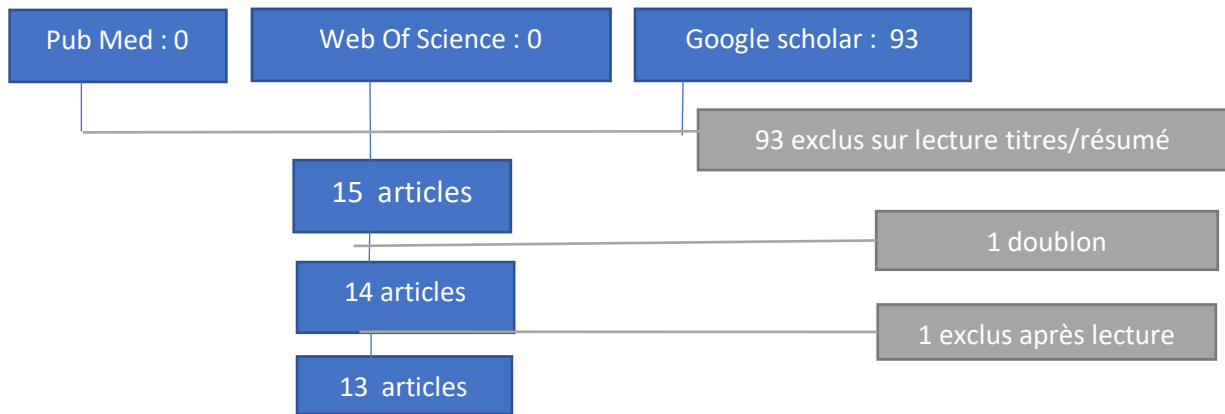
Devant le peu de résultat, nous nous sommes intéressés aux résultats tous sportifs français amateurs pouvaient trouver sur internet. Nous avons donc choisi les termes « 10 règles d'or » ET « sport » sur le moteur de recherche Google. On retrouve 218 résultats dont :

- 2 sont des sources médicales fiables (clubcardiosport.org, fedecardio.org),
- 4 sont des sources gouvernementales officielles de santé publique (santepubliquefrance, franceolympique.com, sport.gouv.fr, amelie.fr),
- 9 fédérations de sport évoquent les 10 règles d'or : FF golf(12), FFST sport de traineau(13), FF volleyball(14), FF tir à l'arc(15), FF Basket(16), FFCT cyclotourisme(17), FF cyclisme(18), FFCV char voile(19), FFAAA art martiaux(20), FFME montagne escalade(21). En revanche, on remarque que les fédérations françaises de rugby, natation, cyclisme, handball et triathlon ne citent jamais les 10 règles d'or
- 67 sont des sources regroupant de grandes revues sportives (lepape-sport, rmSPORT.bfmtv, lequipe, cardio-mont-blanc), des sites de santé non officiels (futura science, dorffer-patrick, vulgaris-medical, ligue cardiomyopathie.fr, uroblog, sportsante-cnseil.org, aucoeur-des-jumeaux,) des club de sports (epstoulon.footeo, votrecaocah, cardiorun, fitness.fr, votrecoach.fr, caoch-fit, clubquomodo, amf.asso.fr, IRBMS, sportfood-centre, bandes-sportive, moncoach, francais-medscape, docvadis, sportencoeur, prepasport, retraite-sportive) et dans les sites de certains départements qui font la promotion du sport-santé, (courirsg.fintercomsanté57, ville-vence, valdemarne, castelbad, coders31sportorientationsante.com, ville-la-chappel-st-luc.fr, , lesmetropolitaires, , morbihand, cabmedpleudihen, ile-de-france-gouv, moselle-sport, aolbasket, ligue-basket, nomadine, finisterolympique, veloclubnazairien, valdoise.gouv,kba.centreb什么blog hbcss, allodocteur, asmcm-strasbourg, apnee-sportif, template.feelandclic, letelegramme-morbihan, aquitainesportpourtous, prioritesanté.blogs, fcsante-univ-anger, doubs.gouv.fr, sampussortbretagne, pole santebergerac, dauphine-savoie-hand, pedicure-podologue, territoire-eurelien, fscf-bfc-franche-comte, sportporteduhaunaut, 24h-santé, basket-rhone, stade-rennais-athle, club-roller-marseille)



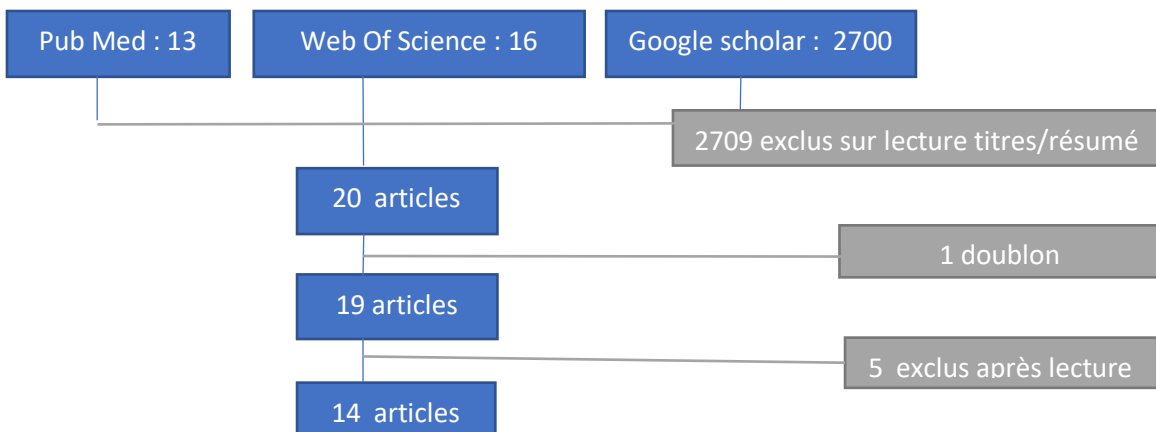
### Les règles 1-2-3

Les termes « prodromes cardiovasculaire » ou « douleur thoracique » ou « palpitation » ou « malaise » ou « syncope » ET « sport » ou « activité physique » ont été traduits en anglais puis en termes Mesh. L'équation de recherche (« prodromal symptoms» OR « chest pain » OR « excessive breathlessness » OR « palpitation » OR « malaise ») AND (« sport » OR physical activity ») a été rentrée dans les moteurs de recherches, avec une restriction aux années 1970 à 2019.



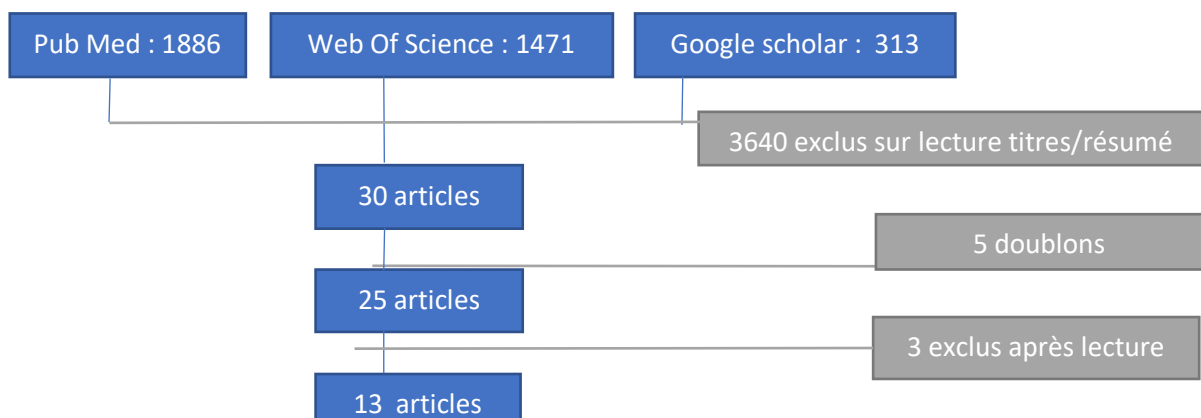
#### La règle 4

Les termes « échauffement » ou « récupération » ET « sport » ou « activité physique » ont été traduits en anglais puis en termes Mesh. L'équation de recherche («warm-up» OR «cool-down») AND (« sudden death cardiac » OR « cardiovascular events ») AND (« sport » OR « physical activity ») a été rentrée dans les moteurs de recherches, avec une restriction aux années 1970 à 2019.



#### La règle 5

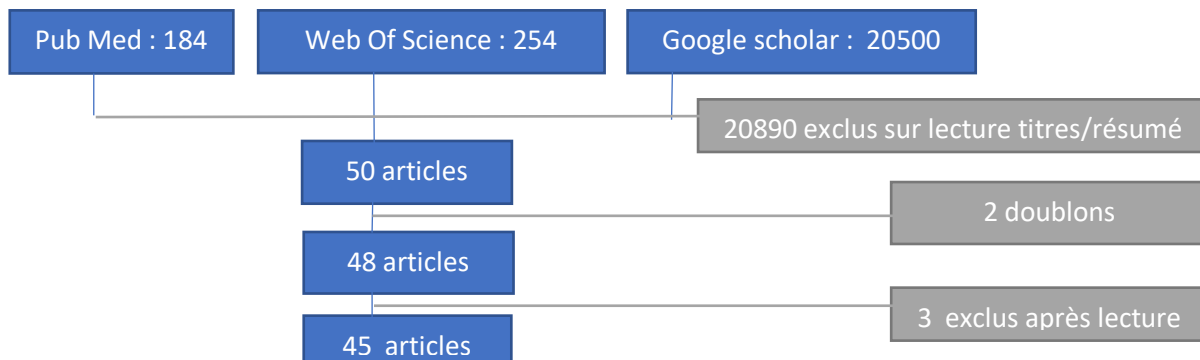
Les termes « déshydratation » ou « hydratation » ET « sport » ou « activité physique » ont été traduits en anglais puis en termes Mesh. L'équation de recherche («dehydration» OR «hydration») AND (« sudden death cardiac » OR « cardiovascular events ») AND (« sport » OR « physical activity ») a été rentrée dans les moteurs de recherches, avec la restriction aux années 1970 à 2019.





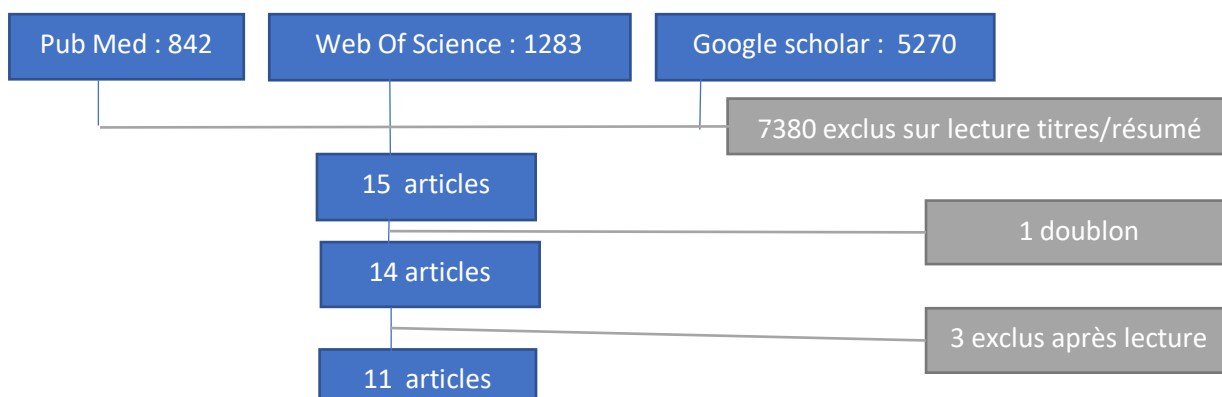
### La règle 6

Les termes « pollution » ou « chaleur » ou « cold » ET « sport » ou « activité physique » ont été traduits en anglais puis en termes Mesh. L'équation de recherche (« air pollution » OR « heat » OR « cold ») AND (« sudden death cardiac » OR « cardiovascular events ») AND (« sport » OR physical activity ») a été rentrée dans les moteurs de recherches, avec la restriction aux années 1970 à 2019.



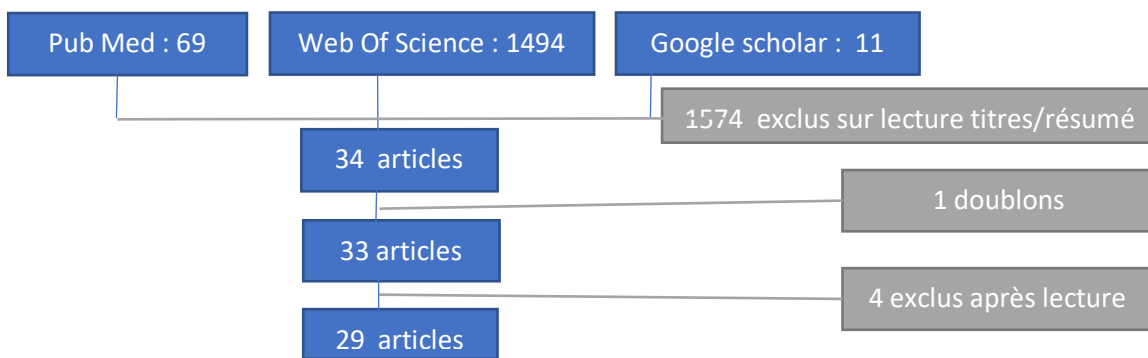
### La règle 7

Les termes « tabac » ET « sport » ou « activité physique » ont été traduits en anglais puis en termes Mesh. L'équation de recherche (« tobacco » OR « nicotine » OR « smoking ») AND (« sudden death cardiac » OR « cardiovascular events ») AND (« sport » OR physical activity ») a été rentrée dans les moteurs de recherches, avec la restriction aux années 1970 à 2019.



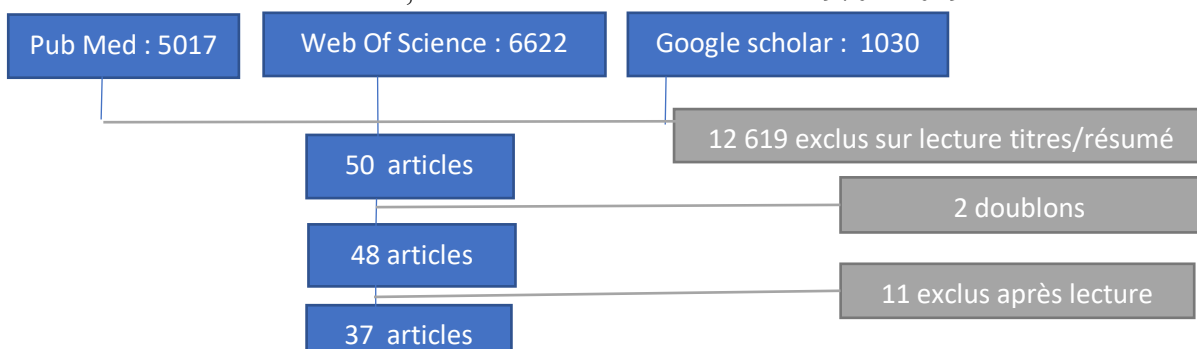
### La règle 8

Les termes « automédication » ou « dopage » ou « AINS » ET « sport » ou « activité physique » ont été traduits en anglais puis en termes Mesh. L'équation de recherche (« selfmedication » OR « NSAIDs » OR « drugs » OR « doping ») AND (« sudden death cardiac » OR « cardiovascular events ») AND (« sport » OR physical activity ») a été rentrée dans les moteurs de recherches, avec la restriction aux années 1970 à 2019.



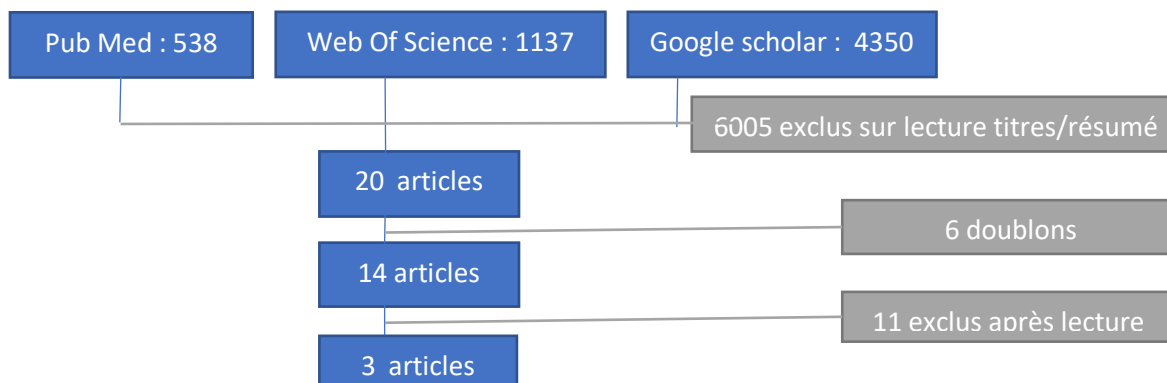
### La règle 9

Les termes « fièvre » ou « hyperthermie » ou « infection » ET « sport » ou « activité physique » ont été traduits en anglais puis en termes Mesh. L'équation de recherche (« fever » OR « febrile » OR « hyperthermia » OR « illness » OR « disease ») AND (« sudden death cardiac » OR « cardiovascular events ») AND (« sport » OR physical activity ») a été rentrée dans les moteurs de recherches, avec la restriction aux années 1970 à 2019.



### La règle 10

Les termes « bilan cardiologique » ou « test d'effort » ou « ECG » ET « veteran » ou « 35ans » ET « sport » ou « activité physique » ont été traduits en anglais puis en termes Mesh. L'équation de recherche (« exercice test » OR « stress test » OR « ECG ») AND (« middle age » OR « adult » OR « aged ») AND (« sudden death cardiac » OR « cardiovascular events ») AND (« sport » OR physical activity ») a été rentrée dans les moteurs de recherches, avec la restriction aux 2009 à 2019.



## II. LES 10 REGLES D'OR

Pour prévenir les morts subites d'origine cardiaque dues à l'activité physique ou sportive, le bilan médical préalable à la délivrance d'un certificat médical d'absence de contre-indication est indispensable. La présence d'une chaîne de secours, le jour de l'épreuve a aussi une place essentielle. Ces réflexions ont amené le Club des Cardiologues du Sport, qui regroupe des praticiens de terrain, à édicter en 2006, les 10 Règles d'Or de la bonne pratique sportive sur le plan cardio-vasculaire. Validées par l'Académie Nationale de Médecine, puis par le CNOSF, elles ont été également diffusées par le Ministère des Sports, et certaines Fédérations Françaises de Basket, Cyclisme, Montagne... Ces règles ont été construites à partir d'études scientifiques (10)(22)(23)(24)(25), dont certaines sont encore discutées(26)(27).

### 1. Les règles 1-2-3 : Prodromes cardiovasculaire au cours du sport

*« Je signale à mon médecin toute douleur dans la poitrine ou tout essoufflement anormal, toute palpitation cardiaque, tout malaise en lien avec l'effort ».*

#### 1.1 Prodromes cardiovasculaires : douleur thoracique, dyspnée anormale, palpitation

Plusieurs rapports suggèrent que de nombreux sportifs, atteints d'événements cardiovasculaires liés à l'exercice, présentaient des symptômes prodromaux que le patient et le médecin avait tendance à ignorer, lorsqu'ils se manifestaient chez des individus en excellente forme. Une enquête rétrospective révèle que sur 134 jeunes athlètes atteints de mort subite cardiaque, dont 121 (90%) sont décédés pendant ou immédiatement après l'effort, 24 (18%) ont présenté des symptômes cardiaques probables au cours des 36 mois précédant le décès(28). Chez les adultes, d'autres études montrent que 50% des joggeurs décédés au cours de l'exercice de coronaropathie ont présenté des symptômes prodromiques mais ont poursuivi des programmes d'exercices intense (29), et 81% des marathoniens présentaient des symptômes cardiaques probables avant le décès(30). Une enquête révèle que sur 60 joueurs de squash décédés au cours de l'exercice, 45 (75%) avaient signalé au moins un symptôme prodromique dans la semaine de leur décès, et 16 sujets avaient signalé plus d'un symptôme. Seuls 9 étaient connus pour avoir consulté leur médecin traitant à propos de ces symptômes. Les prodromes étaient pour 15 cas des douleurs thoraciques type

angor, 12 cas une fatigue croissante, 10 cas des symptômes gastro-intestinaux, 6 cas une dyspnée anormale, 5 cas un malaise vagal, 5 cas des cervicalgies, 3 cas des palpitations, 2 cas des céphalées inhabituelles, 5 cas aucuns symptômes. La plupart ont signalé ces symptômes uniquement à des proches et peu ont eu recours à des soins médicaux(31). Dans 70% des cas, les sportifs reconnaissent qu'ils ne consulteraient pas un médecin en cas de survenue de symptôme anormal à l'effort.

Il est donc prudent que les sportifs connaissent la nature des symptômes prodromaux cardiaques et la nécessité de consulter rapidement un médecin.

Il n'est pas rare que les patients et les médecins puissent ignorer ou ne pas évaluer correctement les symptômes chez les personnes très actives, en pensant à tort que des niveaux de condition physique élevés protègent contre le risque de maladie cardiaque plutôt que de le provoquer.

### **1.2 Malaise ou syncope à l'effort**

Le terme de malaise est très peu employé dans la littérature scientifique, excepté pour décrire les prodromes d'une syncope, sans aller jusqu'à la perte de connaissance. La survenue d'un "malaise" chez le sportif est un événement fréquent, dont la plupart sont des « syncopes réflexes » et considérées comme bénignes. Mais les causes sont nombreuses, et une syncope prémonitoire est rapportée dans 15 à 25 % des morts subites liées à la pratique sportive(32). Plus particulièrement, celle survenant *au cours de l'effort* est souvent causée par une maladie cardiaque sous-jacente et peut être un signe avant-coureur de mort cardiaque subite. Le but de l'évaluation médicale est de faire la distinction entre les causes.

La syncope est définie comme une perte de connaissance brutale induite par une hypoperfusion cérébrale transitoire, de courte durée (20 secondes), et suivie d'une récupération complète et spontanée(33). La syncope se différencie d'une perte de connaissance qui est due à un traumatisme, à une crise d'épilepsie ou à une pseudo-syncope psychogène. Elle peut avoir trois origines : un mécanisme réflexe, une hypotension orthostatique ou un dysfonctionnement cardiaque (figure 1).

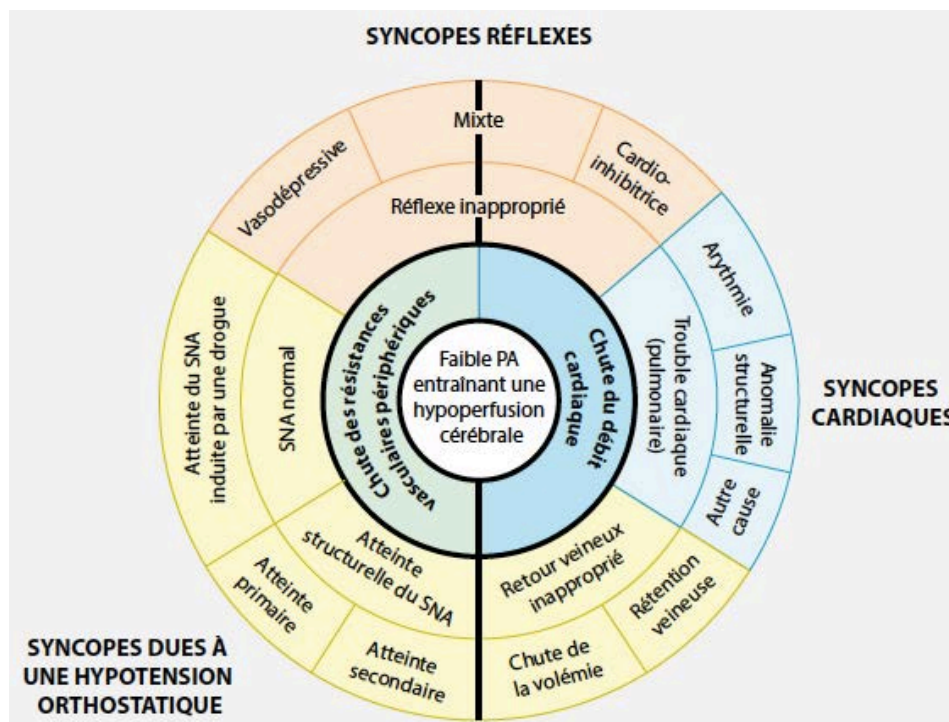


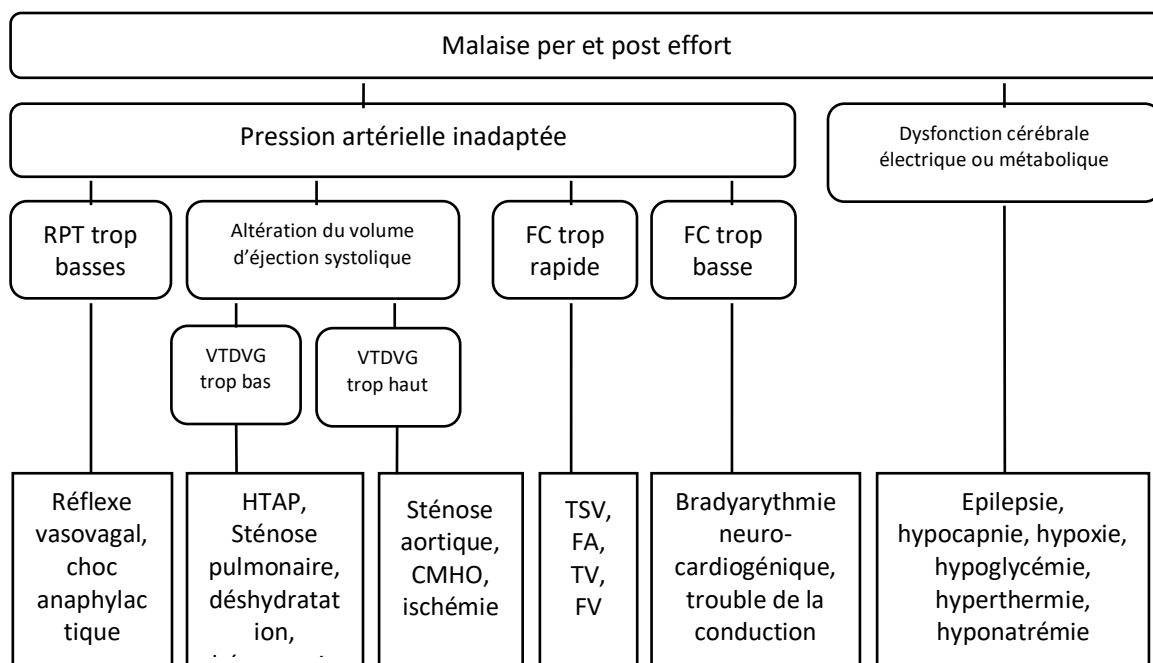
Figure 1 : Classement physiopathologie des différentes syncopes (reproduit d'après (32))  
(PA pression artérielle ; SNA système nerveux autonome)

Les syncopes réflexes, encore appelé « syncopes vasovagales » ou « neuro-cardiogéniques » ou « malaise vagal », ont lieu généralement dans des situations particulières (arrêt brutal d'un effort intense, maintien de la position debout, douleur, peur...) et sont souvent précédées de signes caractéristiques (troubles de la vue, chaleur, nausées, sensation de faiblesse...) qui sont rares dans les crises d'épilepsie. Dans le domaine du sport, les syncopes réflexes sont dans la plupart des cas dues à une hypotension orthostatique. La prévalence de la syncope dans la population générale est élevée, allant jusqu'à 40%(34). Dans une étude impliquant 7 568 jeunes sportifs, 474 (6,2 %) cas de syncopes ont été rapportés au cours des 5 dernières années(35). Elles sont apparues juste après l'effort dans 12 % des cas, et pendant l'effort pour 1,3 % des athlètes. Le diagnostic étiologique pouvait aller de la syncope réflexe bénigne à une anomalie cardiaque grave (4)(36) telle que la cardiomyopathie hypertrophique(28), des anomalies coronariennes(37), des défauts des canaux ioniques ou une cardiomyopathie arythmogène ventriculaire droite(38).

La survenue d'une véritable syncope en plein effort, sans réel prodrome, est relativement rare. Elle doit avant tout faire éliminer une pathologie cardiaque structurelle ou électrique(36) qui peut se compliquer d'une mort subite cardiaque(4)(39). Les signes prodromiques, des épisodes récidivants systématiquement associés à une posture particulière ou à une émotion intense orienteront le diagnostic vers un « malaise vasovagal ». Des blessures associées à la chute sont plus en faveur d'une syncope d'origine cardiaque(36). Il est important de noter que, tant que le diagnostic n'est pas établi ou que les

causes pathologiques ne sont pas exclues, le sportif doit être interdit d'exercer des activités physiques supplémentaires. Le médecin doit donc remettre au sportif un certificat médical de contre-indication temporaire aux sports.

Les syncopes d'origine cardiaque sont dues soit à une arythmie et/ou à un trouble de la conduction, soit à un obstacle sur une voie d'éjection sanguine comme un rétrécissement aortique ou une cardiomyopathie hypertrophique obstructive sur la voie aortique et un rétrécissement pulmonaire sur la voie pulmonaire (figure 2). Dans le contexte de l'effort intense et prolongé provoque un stress adrénérurgique avec un déséquilibre électrolytique, et une ischémie fonctionnelle, sous l'influence duquel un foyer arythmogène myocardique peut être à l'origine d'une arythmie ventriculaire complexe et hémodynamiquement mal tolérée. Les foyers arythmogènes les plus fréquents chez les sujets de moins de 35 ans sont une cardiomyopathie hypertrophique, une maladie arythmogène du ventricule droit, une anomalie de naissance des coronaires, une canalopathie (syndrome du QT long) ou encore une myocardite(36). Après 35 ans, c'est la maladie coronaire qui prédomine. Des blocs intraventriculaires (bloc de branche gauche complet d'effort avec asynchronisme ventriculaire) ou atrioventriculaires d'effort, par altération du tissu de conduction, peuvent aussi être observés(40), et chez certains sujets "prédisposés", on peut voir des foyers arythmogènes atriaux à l'origine de fibrillation atriale(41).



**Figure 2 :** Principales causes de malaise à l'effort, surtout prolongé (reproduit d'après (40))  
 (CMHO : cardiomyopathie hypertrophique obstructives, FA : fibrillation atriale, FC : fréquence cardiaque, FV : fibrillation ventriculaire, HTAP : hypertension artérielle pulmonaire, RPT : résistance périphériques totales, TSV tachycardie supraventriculaire, TV : tachycardie ventriculaire, VTDVG : volume télédiastolique du ventricule gauche)

## **2. La règle 4 : le risque cardiaque en absence d'échauffement et de récupération**

« Je respecte toujours un échauffement et une récupération de 10 min lors de mes activités sportives »

### **2.1 L'échauffement**

L'échauffement avant le début des activités physiques est courant et bénéfique en termes d'amélioration de la performance et de prévention des blessures. Trop de blessures sportives sont attribuées à une mauvaise qualité de préparation à l'effort des sportifs de tous niveaux. L'entraînement doit débiter par un travail prophylactique d'une quinzaine de minutes en abordant trois des cinq familles d'exercices suivantes : équilibre et proprioception, explosivité ; technique et coordination ; renforcement de la chaîne musculaire postérieure ; amplitude.

Le jour de la compétition, la construction de l'échauffement doit être modifiée pour limiter la fatigue neuromusculaire centrale et périphérique et optimiser la performance (42)(43)(44). Beaucoup de sportifs continuent leur échauffement en incorporant des étirements. Finalement, cet échauffement se termine par un travail spécifique se rapprochant le plus possible de la pratique compétitive. La sollicitation aérobie permet une activation cardio-respiratoire et musculaire(44). Les échauffements ont des effets directement liés à la température corporelle avec une réduction de la résistance musculaire et articulaire, une meilleure libération de l'oxygène par l'hémoglobine et la myoglobine, une augmentation de la vitesse des réactions métaboliques, une amélioration de la conduction nerveuse et une optimisation de la thermorégulation(42).

Dans ses recommandations relatives à l'exercice physique, l'association américaine de cardiologie (*American Heart Association, AHA*)(45), les sociétés européennes (*European Society of Hypertension/European Society of Cardiology*)(46)et l'*American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation* (47) ont émis des directives relatives au type, à l'intensité et à la durée de l'exercice physique. Tout programme d'activité sportive doit comprendre impérativement trois stades, pour les patients cardiaques, et pour la reprise d'un sport. Il est préconisé de commencer par un stade d'échauffement (*warm up*) de 5 à 15 minutes, permettant l'assouplissement des muscles respiratoires et des muscles concernés par l'activité physique. Cet échauffement doit être long et progressif afin d'éviter de

contraindre les cartilages articulaires et de permettre au cœur d'assurer convenablement l'approvisionnement en oxygène des muscles. Puis, poursuivre par un stade d'activité plus intense de 15 à 30 minutes, qui sera prolongée graduellement de quelques minutes par jour. Et enfin, de terminer par un stade de récupération 5 minutes(*cool down*). La récupération après l'exercice est également importante afin de permettre au patient de stopper la synthèse de l'acide lactique et éviter un éventuel malaise vagal post-effort. Cette récupération doit être active avec une activité fixée à 30–40 % de la fréquence cardiaque maximale (exercices d'assouplissement avec exercices respiratoires).

## **2.2 La récupération**

Dans leur argumentaire, les cardiologues précisent que les risques angineux et rythmiques en cas de non-respect de cette règle sont méconnus des sportifs. Si le risque de malaise vagal est connu, le risque d'anomalie rythmique en cas d'arrêt brutal d'une activité intense est souvent ignoré(48).

### **Troubles du rythme post exercice**

Même après avoir pris en compte les autres facteurs de risque de décès, les études ont montré que les sportifs dont le rétablissement de la fréquence cardiaque était anormal avaient toujours 1,5 fois plus de risques de décès que celles dont le rétablissement de la fréquence cardiaque était normal. (49)(50). Un effort physique vigoureux augmente la demande en oxygène du myocarde et raccourcit simultanément le temps de diastole et de perfusion coronaire. Par conséquent il peut provoquer une ischémie myocardique et des arythmies cardiaques malignes. L'arrêt brutal de l'activité provoque une diminution du retour veineux, et peut engendrer une diminution de la perfusion coronaire. Cliniquement, cela se traduit par un collapsus qui se produit fréquemment après l'exercice. L'ischémie peut modifier la dépolarisation, la repolarisation et la vitesse de conduction et ainsi déclencher des arythmies ventriculaires menaçantes (Figure 3). En outre, une ischémie myocardique(51), des déséquilibres des échanges sodium-potassium, une augmentation des taux de catécholamine et des acides gras libres circulants avec l'exercice, peuvent tous augmenter les risques d'arythmie ventriculaire(52).



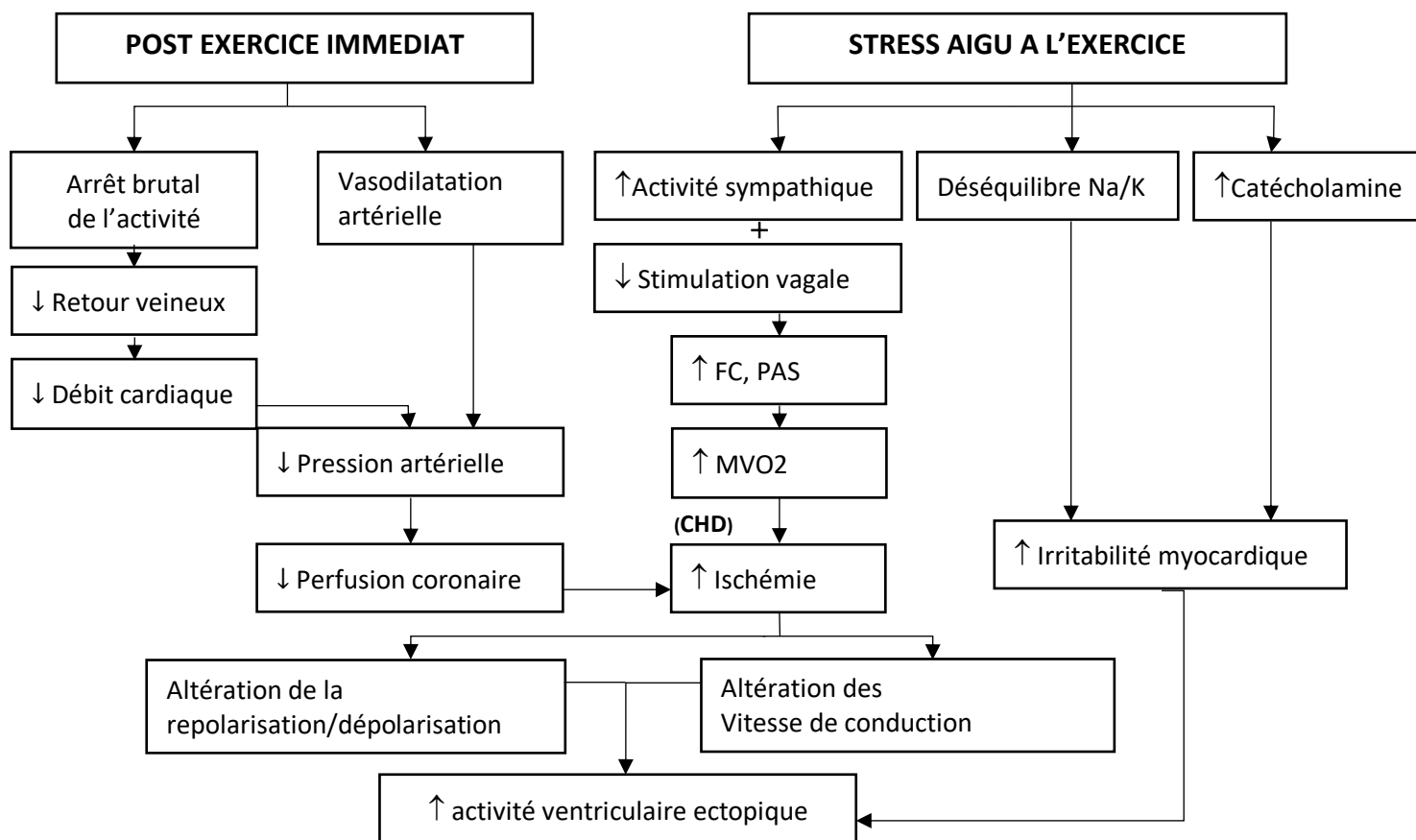


Figure 3 : Altérations physiologiques accompagnant les exercices et la récupération aigus et leurs séquelles possibles. (FC : fréquence cardiaque; PAS : pression artérielle systolique; MVo2 :absorption d'oxygène par le myocarde. Reproduit d' après (22))

### Syncope post-exercice

Les syncopes survenant après l'effort sont généralement réflexes et bénignes(36). En l'absence de pathologie cardiaque, qu'il faut toujours exclure, les sportifs peuvent continuer sans risque leur pratique physique au même niveau. Le risque de syncope post-effort augmente plus avec la durée de l'effort qu'avec son intensité. Ainsi, les syncopes ont été observées chez 15 % des sujets après un effort de  $12 \pm 2$  min(53), et chez 68 % des athlètes après un ultra-marathon de  $498 \pm 65$  min(54) La syncope qui se produit *après un exercice* doit être distinguée d'un « collapsus associé à l'exercice », dans lequel l'athlète tombe sur le sol sans véritable perte de conscience, ni hypoperfusion cérébrale(55). Dans de telles circonstances, des causes urgentes non cardiogènes, telles qu'une hyponatrémie ou un coup de chaleur doivent être envisagées. Ces malaises (ou lipothymies) sont en règle générale observés juste après l'arrivée de l'épreuve lors de l'arrêt brutal de l'effort et semblent dus à la rétention veineuse, qui entraîne une chute du débit cardiaque(55)

Une syncope reflexe est précipitée en restant immobile après un exercice. Pour le système cardiovasculaire, un banal passage des positions couchées à debout représente une contrainte majeure ! L'exercice entraîne une augmentation de la fréquence cardiaque (inhibition du

système parasympathique et une activation de l'activité sympathique), une augmentation de la contractilité et du volume systolique (activité sympathique) et équilibre entre la vasoconstriction sympathique dans des lits vasculaires inactifs et la vasodilatation du muscle squelettique actif par des mécanismes métaboliques, vasculaires et neuraux(56) Ensemble, ces réponses à l'exercice entraînent une augmentation marquée du débit cardiaque, qui est redistribué au muscle actif. Pendant l'exercice, le maintien de l'augmentation du débit cardiaque dépend de la précharge et nécessite une activité musculaire périphérique pour renvoyer le sang veineux vers le cœur, d'où le terme de *pompe musculaire*. Lorsque l'exercice est arrêté brusquement, la pompe musculaire cesse de fonctionner et le retour veineux au cœur est réduit, ce qui entraîne une diminution ultérieure du volume diastolique du ventricule gauche (VG), du volume systolique et donc du débit cardiaque. Cela diminue fortement la précharge cardiaque(57). Un tel mécanisme est le réflexe cardiaque dépresseur, autrement connu comme le réflexe Bezold-Jarisch (56). Cette baisse est majorée par l'hypovolémie due à la sudation, qui est d'autant plus importante que l'effort est prolongé, et qui ne peut jamais être totalement compensée même par un plan d'hydratation pendant l'effort bien conduit (cf règle 5).

### **3. La règle 5 : Risque cardiovasculaire de la déshydratation au cours du sport**

*« Je bois 3 ou 4 gorgées d'eau toutes les 30 min à l'entraînement comme en compétition. »*

L'hydratation est devenue un élément majeur de la prise en charge nutritionnelle du sportif, quelle que soit la discipline pratiquée. Ce n'est que récemment dans l'histoire du sport que l'évaluation des bienfaits d'une stratégie hydrique au cours de l'effort a suscité l'intérêt. Avant les années 1960, les athlètes portaient peu attention à l'hydratation malgré le rôle essentiel de l'eau et des électrolytes pour l'organisme, connu et démontré depuis déjà plusieurs décennies. Dans certaines épreuves sportives, la prise d'alcool était même fréquente, comme durant le Tour de France(58). Chez les sportifs de haut niveau, la recherche de performance, le passage au professionnalisme ont permis de faire nombreuses études cliniques et de mettre en lumière l'intérêt des stratégies d'hydratation. Toutefois, entre le sportif occasionnel et le champion, l'intensité de la pratique est bien différente. De plus, la prise de conscience de l'importance de l'hydratation est loin d'être généralisée, même chez les professionnels. L'hydratation doit faire partie intégrante de "l'éducation" des sportifs dès le plus jeune âge. Le club des cardiologues du sport précise que l'hydratation pendant l'effort doit être complétée d'une bonne hydratation pré et post-effort. Mais quels sont les risques encourus par une déshydratation notamment sur le système cardiovasculaire ?

#### **3.1 Physiologie de l'hypohydratation**

Le corps humain maintient son eau dans une plage étroite afin de préserver l'homéostasie. La consommation individuelle de liquide varie d'une personne à une autre au repos et avant, pendant et après l'exercice. L'eau est une composante majeure du corps humain et représente environ 73% de la masse maigre chez l'adulte jeune. L'eau corporelle est distribuée dans les cellules (liquide intracellulaire, soit 40% de la masse corporelle totale), entre les cellules (liquide interstitiel soit 15%) et dans le plasma (liquide intravasculaire soit 5%).

Le mouvement de l'eau entre les compartiments est dû aux pressions hydrostatiques, osmotiques (sodium et potassium) et oncotiques (protéines). La sueur étant hypotonique par rapport à l'eau corporelle, une tonicité extracellulaire élevée entraîne un mouvement de l'eau des espaces intracellulaires vers l'extracellulaire (interstitiel et intravasculaire). En

conséquence, tous les compartiments hydriques peuvent se déshydrater avec la transpiration, contribuant ainsi à un déficit hydrique total du corps et à une hypohydratation. Il en résulte une hyperosmolalité hypovolémique.

Tous les systèmes physiologiques du corps humain sont influencés par l'hypo-hydratation. Il est difficile d'isoler les modifications physiologiques sur un système organique, puisqu'une modification d'un système (par exemple, cardiovasculaire) influence le fonctionnement d'autres systèmes (par exemple, thermorégulateur, musculaire). En termes de thermorégulation, le corps équilibre la production de chaleur métabolique et l'accumulation de chaleur exogène en transportant la chaleur via le système vasculaire jusqu'à la surface du corps et en la dissipant via la conduction, la convection, l'évaporation et le rayonnement sur la peau. La contribution relative de chaque mécanisme de transfert de chaleur dépend des conditions environnementales et de l'intensité de l'exercice. L'évaporation est le mécanisme prédominant de perte de chaleur pendant l'exercice par temps chaud. La transpiration est donc essentielle au maintien de la température corporelle pendant un exercice par temps chaud. Si la perte d'eau par la transpiration est plus rapide que la consommation de liquide, il en résulte une déshydratation qui affecte à la fois la transpiration et le transfert de chaleur des muscles en travail. Il s'établit une compétition dans la répartition des débits sanguins en faveur des territoires musculaires en activité pour assurer un niveau métabolique satisfaisant, aux dépens de la peau qui évacue la chaleur. Au cours de l'exercice, cette hyperosmolalité plasmatique va réduire le taux de sudation et la température centrale s'élève. Cela provoque une diminution la perte de chaleur par évaporation(59).

Pendant l'exercice, le corps dirige de préférence les liquides intravasculaires vers le cerveau pour la nutrition et l'apport en oxygène ; vers le cœur et les poumons pour la circulation sanguine et les échanges gazeux ; vers les glandes sudoripares et les vaisseaux sanguins pour la thermorégulation ; et vers les muscles qui travaillent pour la nutrition et l'apport d'oxygène.(60)(61).

### **3.2 Conséquence de la déshydratation sur le système cardio-vasculaire au cours du sport**

La contrainte thermique augmente le stress cardiovasculaire, qui se caractérise par une diminution du volume systolique, une augmentation de la fréquence cardiaque, une résistance vasculaire systémique accrue et, à mesure que la contrainte progresse, une diminution du débit cardiaque(60)(62)(63). L'ampleur des altérations cardiovasculaires est

proportionnelle au degré d'hypohydratation (60). Par exemple, la fréquence cardiaque augmente de 3 à 5 battements par minute pour chaque diminution de 1% de la masse corporelle(64).

La diminution du volume systolique observée avec l'hypohydratation semble être due à une réduction de la pression veineuse centrale, résultant d'une baisse du volume sanguin(60)(62)(63). Une réduction du volume plasmatique égale ou supérieure à 10% peut aboutir au coup de chaleur (cf règle 6). La déshydratation prolongée conduit à la mort cellulaire. Des troubles rénaux, œdème, ascite et insuffisance cardiaque congestive peuvent en résulter.

L'hypovolémie et l'hypertonie ont toutes deux été suggérées comme mécanismes de modification de la réponse thermorégulatrice et cardiovasculaire au cours de la déshydratation.

Les modifications hémorhéologiques associées aux exercices intenses semblent être liées à un stress oxydatif accru et à une diminution de la capacité antioxydante, ce qui peut affecter l'apport en oxygène et la disponibilité des tissus. Par conséquent, du fait de l'augmentation de la viscosité sanguine et de l'altération de son débit sanguin, la déshydratation augmente le risque d'accident cardiovasculaire (troubles du rythme, thrombus intra-coronaire)(65). Hormis les effets vasculaires, l'hypohydratation réduit la tolérance à la chaleur et le temps d'épuisement au cours de l'exercice. Cette déshydratation favorise alors les lésions musculaires et tendineuses, accentue les troubles gastro-intestinaux et ralentit la vidange gastrique, accélère l'apparition de la fatigue en réduisant la force musculaire, la performance physique et mentale(66). Une perte de poids voisine de 3 kg induit une réduction de la performance sportive de 40%.

La règle précise dans l'argumentaire des cardiologues du sport, que l'apport d'eau pendant l'effort doit être complété d'une bonne hydratation avant et après l'effort. Le précepte « Ne pas attendre d'avoir soif », est une sonnette d'alarme qui est trop tardive, car la sensation de soif est retardée. Une fois l'organisme déshydraté, les systèmes de rééquilibrage de la balance hydroélectrolytique sont beaucoup moins efficaces et les troubles gastro-intestinaux sont plus fréquents(67). Il est important de disposer de stock suffisant, avant de débiter l'effort. Bon nombre de sportifs sont déshydratés avant même de débiter leur séance. Par conséquent, boire tout au long de la journée est essentiel (au moins 1,5 litre d'eau par jour en complément de l'eau apporté par l'alimentation). De plus, le débit maximal de la vidange gastrique est limité : 900 à 1 200 ml/h. Si le débit sudoral est supérieur, le déficit hydrique ne pourra pas être compensé totalement durant l'exercice. Le maintien de 400 à 600 ml de

liquide dans l'estomac optimise la vidange gastrique(68). Cependant la pratique d'activité physique limite l'ingestion de volume trop important. Au cours de la première minute suivant l'ingestion, le volume passant dans l'intestin est relativement important (20 à 30 ml) puis la vidange gastrique ralentit et dépend de la composition du fluide ingéré. La limite se situerait à environ 2 kcal/min soit 150 kcal/h pour des solutions contenant moins de 15% de glucides. C'est pourquoi, il est recommandé de bien s'hydrater avant tout entraînement ou compétition prolongé, et il peut être idéal d'ingérer des petites fractions de 200 ml de liquide toutes les 15 à 20 minutes au cours de l'effort.

Par ailleurs, les cardiologues du sport précisent que la prise d'eau doit être fractionnée à 3 ou 4 gorgées. Alors que les coureurs de marathon les plus rapides ne consomment pas beaucoup de liquide et se déshydratent pendant la course, certains coureurs plus lents peuvent, en revanche, sur-hydrater(69), avec un risque associé « d'intoxication par l'eau » (c'est-à-dire d'hyponatrémie)(70). Les facteurs pré-disposants liés au développement d'une hyponatrémie au cours d'un marathon incluent une prise de poids importante, un temps de course supérieur à 4 h, le sexe féminin et un faible indice de masse corporelle(71)(72).

## **4. La règle 6 : Les contraintes environnementales au cours du sport sur le cœur**

*« J'évite les activités intenses par des températures extérieures inférieures à  $-5^{\circ}\text{C}$  et supérieures à  $+30^{\circ}\text{C}$  et lors des pics de pollution. »*

### **4.1. Troubles liés à la chaleur**

La majorité de la littérature actuelle sur les réponses thermorégulatrices à l'exercice dans un environnement chaud est basée sur des études menées sur des individus entraînés en aérobiose (recrues de l'armée et athlètes d'endurance) au cours d'exercices prolongés. Une hyperthermie excessive pendant un exercice sous la chaleur peut provoquer des lésions thermiques. En outre, des épisodes d'épuisement par la chaleur peuvent dissuader certaines personnes de faire de l'exercice et les empêcher ainsi de bénéficier des avantages pour la santé qui leurs sont associés.

#### *Adaptation au stress thermique*

Chez l'être humain, l'homéothermie est assurée par l'équilibre du bilan thermique entre les gains et les pertes de chaleur. En cas de stockage thermique (ambiance climatique chaude, exercice physique), l'évaporation de la sueur est la principale voie de la thermolyse. Les mécanismes d'adaptation au stress thermique font intervenir la thermorégulation, la phase aiguë de l'inflammation, ainsi que l'induction de la synthèse cellulaire de protéines de stress(73). Le gain de moins d'un demi-degré active déjà des récepteurs thermosensibles périphériques et hypothalamiques, induisant une vasodilatation cutanée et une activation de la sudation, couplées à une élévation du débit cardiaque. L'efficacité de l'évaporation dépend de la température, de la vitesse de l'air et surtout de l'humidité relative. Dans des conditions optimales (environnement sec), la sudation dissipe jusqu'à 600 kcal d'énergie thermique/ heure. Dans une atmosphère chaude ( $33^{\circ}\text{C}$ ) et humide (70%), ces mécanismes peuvent être dépassés, exposant l'organisme au coup de chaleur. Le principal défi cardiovasculaire lors de l'exercice par la chaleur consiste à fournir un débit cardiaque suffisant pour perfuser correctement le muscle squelettique afin de soutenir le métabolisme, tout en perfusant simultanément la peau pour favoriser la perte de chaleur.

Dans des environnements climatiques chauds (avec une température supérieure à  $30-35^{\circ}\text{C}$ ), au repos, le débit sudoral peut atteindre 1 à 1,5 litre par heure en fonction de l'humidité relative de l'air. L'exercice musculaire prolongé s'accompagne d'une forte production de chaleur en raison du faible rendement mécanique, au minimum 75 à 80 % de l'énergie

chimique utilisée est transformée en chaleur. Les pertes sudorales s'accompagnent également d'une perte en électrolytes concernant surtout le sodium (Na) et le chlore (Cl). Ainsi, lors d'activités physiques régulières de 1 heure à 3 heures tous les jours avec une perte sudorale supérieure à 2 litres, les pertes journalières en chlorure de sodium (NaCl) sont au moins de 6 à 7 g. Lors d'activités très prolongées à la chaleur (triathlon de longues distances, ultramarathon), les pertes sudorales peuvent dépasser 10 litres et celles en NaCl atteindre 20 g(73).

Des troubles généraux vont exposer deux catégories de personnes en particulier : les personnes présentant une affection préexistante soit congénitale (agénésie-atrophie-totale ou partielle des glandes sudoripares), soit acquise (diabète, cardiopathies chroniques, malnutrition, obésité, alcoolisme et toute pathologie nécessitant une médication agissant sur la thermorégulation), et les sujets jeunes, en bonne santé, ayant un faible niveau d'entraînement physique, non acclimatés à la chaleur qui s'exposent à une contrainte thermique excessive et/ou à une activité physique intense et prolongée.

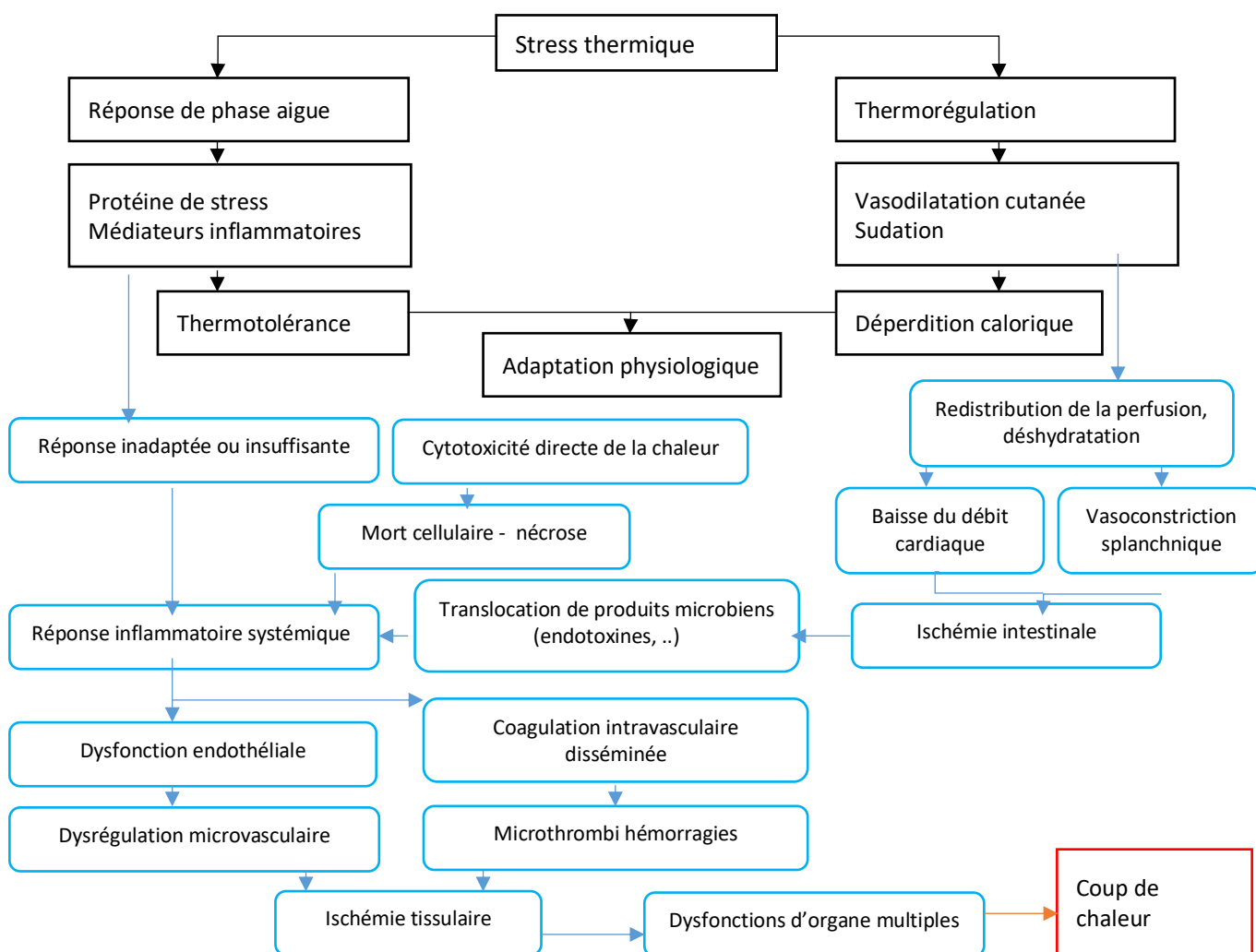


Figure 4 : Physiologie de l'adaptation au stress thermique et physiopathologie du coup de chaleur d'exercice (74)



### La syncope de chaleur

Cette syncope est précédée par une pâleur, des nausées et la soif. Ces syncopes thermiques ou des vertiges orthostatiques surviennent souvent chez une personne non acclimatée, au changement de position ou au cours de la station debout prolongée, en particulier lorsqu'elle porte des vêtements isolants, qui induisent une vasodilatation cutanée maximale. Elle est souvent attribuée à la déshydratation. Elle est due principalement à une baisse du volume sanguin central (ischémie cérébrale), en raison de la vasodilatation périphérique (accumulation veineuse de sang avec une diminution du remplissage cardiaque) aggravée par la baisse du volume plasmatique liée à la déshydratation(75).

### L'épuisement à la chaleur

Il s'agit d'un épuisement physique et psychique à la suite d'une contrainte thermique élevée due à une activité physique intense et prolongée à la chaleur (marathoniens, ultra trail...)(76). Il survient le plus souvent dans des conditions chaudes ou humides (ou les deux), mais peut également se produire dans des conditions environnementales normales avec une activité physique intense. L'épuisement par la chaleur affecte le plus souvent des individus non-acclimatés ou déshydratés, avec un indice de masse corporelle > 27 kg / m<sup>2</sup>. Il est souvent associé à un débit ou volume sanguin cutané élevé, à une transpiration abondante et à une déshydratation. Il est caractérisé par un abattement parfois associé à des troubles caractériels, une hyperthermie modérée (habituellement <40,5°C), une déshydratation et une désadaptation cardio-circulatoire. Peu grave, il évolue favorablement à l'arrêt de l'activité, la mise au repos dans une ambiance fraîche avec réhydratation. Non traité à temps, il peut évoluer vers le coup de chaleur.

### Le coup de chaleur

Le coup de chaleur est l'accident le plus redouté du fait de sa gravité(77)(78)(74). Le système de thermorégulation peut être submergé par une production excessive de chaleur (production de chaleur métabolique par les muscles en activité) ou par une perte de chaleur inhibée (réaction de sudation diminuée, diminution de la transpiration, ou diminution de la capacité à évaporer la sueur) ou les deux. Il concerne particulièrement les individus dont la condition physique est imparfaite et qui n'ont pas été acclimatés à un tel environnement.

Cliniquement le syndrome se caractérise par des troubles de neuro-psychiatriques (agressivité, irritabilité, confusion, convulsions, altération de la conscience), une température corporelle élevée dépassant 40 °C et un arrêt de la sudation. La pathologie peut

rapidement évoluer vers une réponse inflammatoire systémique et un syndrome de défaillance multi-viscérale : vomissements, troubles hémodynamiques avec insuffisance hépatique et rénale, coagulation intravasculaire disséminée et rhabdomyolyse. Le traitement immédiat consiste, sur le terrain et pendant le transport vers une structure hospitalière adaptée, en un refroidissement efficace et précoce. Aucune méthode n'ayant fait la preuve de son efficacité par rapport à une autre, plusieurs d'entre elles doivent être employées simultanément (placer le patient à l'ombre, le déshabiller, l'asperger d'eau, placer des packs de glace sur les gros troncs vasculaires, soluté intraveineux froid, etc.) La prise en charge hospitalière nécessite le plus souvent en une prise en charge réanimatoire. Le pronostic est étroitement lié à la dynamique de défervescence thermique, avec une mortalité d'environ 1% dans les cas où cette défervescence est très rapide, à plus de 20% si elle est retardée.

#### **4.2.Troubles liés au froid**

L'exposition au froid expose les athlètes de plein air à des risques d'hypothermie, d'engelures et d'autres blessures dues au froid ne gelant pas. Les tolérances individuelles au froid varient en fonction de la durée de l'exposition, de la température ambiante et des facteurs de risques préexistants propres à l'individu.

##### Réponse physiologique au froid

Le corps réagit à une exposition aiguë au froid en augmentant la production de chaleur métabolique et en diminuant les pertes de chaleur(79). À mesure que la température centrale baisse, la production de chaleur augmente en raison d'une activité physique accrue et de frissons involontaires. L'intensité du frisson varie en fonction du niveau de stress dû au froid. L'absorption totale d'oxygène par le corps augmente avec les frissons. De plus, la vasoconstriction périphérique minimise la perte de chaleur en éloignant le sang périphérique de la peau et des tissus sous-cutanés afin de réduire le transfert de chaleur vers l'environnement. La vasoconstriction périphérique commence lorsque la température de la peau chute en dessous de 34 à 35 ° C(79). Ce mécanisme d'économie de chaleur se produit au détriment de la température de la peau et des muscles, augmentant le risque de blessures par gelures et diminuant les performances et la coordination musculaires. La combinaison de conditions froides, mouillées et venteuses représente le plus grand risque d'hypothermie pour l'athlète en pleine nature

### Effets sur les maladies respiratoires et cardiovasculaires

Les environnements froids peuvent aggraver des maladies respiratoires et cardiovasculaires préexistantes. La bronchoconstriction provoquée par le froid est courante chez les athlètes par temps froid et les patients souffrant d'asthme connu ou d'asthme induit par l'exercice(79)(80). On pense que la bronchoconstriction est liée à la faible humidité et à la fréquence respiratoire élevée constatées par temps froid(81). La variation de la température des voies respiratoires stimule la libération de médiateurs inflammatoires, entraînant un œdème, un bronchospasme et des symptômes analogues à ceux de l'asthme. L'incidence des événements cardiovasculaires augmente avec l'exposition au froid, probablement en raison d'une augmentation de la pression artérielle moyenne, de la résistance périphérique totale, du travail cardiaque et des besoins en oxygène du myocarde induit par le froid, pendant le repos et l'exercice. L'augmentation de la demande cardiaque et de la pression artérielle par temps froid peut augmenter le risque d'angor et d'autres événements cardiaques (82)(83).

### Discussion sur la règle 6

Ainsi, cette règle 6 sur les conditions climatiques extrême n'est basée que sur une valeur de température extérieure. Elle devrait préciser également les conditions d'humidité ou de vent qui aggrave le risque cardio-vasculaire. De plus, elle ne concerne que les sportifs non entraînés. Les personnes acclimatées sont aptes à pratiquer leur activité physique en température supérieur à 30°C ou inférieur à -5°C, comme on le constate chez les ultra-traileur

### **4.3.Risque de la pollution sur le système cardiovasculaire, au cours de l'exercice**

De nombreux programmes d'exercices se font en espaces extérieurs, lesquels peuvent être situés à proximité de routes, en zone urbaine ou à proximité de véhicules à moteur. Les émissions des voitures sont considérées comme le principal facteur de pollution atmosphérique en milieu urbain, et leurs composants toxiques contribuent aux maladies respiratoires et au cancer.

### Composants de la pollution automobile

Suite à la combustion du carburant, un mélange de particules en suspension dans l'air contenant des espèces de radicaux libres réactifs est rejeté dans l'atmosphère, 99,4% invisible à l'œil nu. Ces particules ne constituent pas une entité chimique bien définie. C'est un

mélange hétérogène de solides et de liquide, qui est classé en fonction du diamètre aérodynamique des particules : gros ( $< 10 \mu\text{m}$  ; PM 10), fins ( $< 2,5 \mu\text{m}$  ; PM 2,5 ) ou ultrafin ( $< 0,1 \mu\text{m}$  ; PM 0,1). Les principaux composants gazeux de la pollution automobile sont le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO<sub>2</sub>) et l'ozone (O<sub>3</sub>).

En 2005, l'OMS propose des directives mondiales sur la qualité de l'air. Elle définit des seuils pour les principaux polluants atmosphériques exposant à des risques pour la santé :

- pour les particules grossières (PM 10) une moyenne annuelle de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et une moyenne de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 24 heures.
- pour les particules fines (PM 2,5 ) une moyenne annuelle de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et une moyenne de  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 24 heures ;

À l'heure actuelle, les normes de qualité de l'air aux États-Unis applicables aux PM 10 et aux PM 2,5 sont respectivement de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  annuelle. De même, l'Union Européenne définit les normes applicables aux PM 10 et aux PM 2,5 sont respectivement de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  annuelle. Elles doivent pas dépasser plus de 35 jours par an. Le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) rappelle en premier lieu que l'impact pour la santé de la pollution atmosphérique résulte beaucoup plus de la qualité de l'air au long cours que des épisodes ponctuels.(84)

	<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>
<b>Objectifs de qualité de l'air (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) [annuel]</b>	<b>15</b>	<b>25</b>
<b>Seuil d'information et de recommandation (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) [journalier]</b>	<b>30</b>	<b>50</b>
<b>Seuil d'alerte (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) [journalier]</b>	<b>50</b>	<b>80</b>

Tableau 1 : Seuils d'information et de recommandation et d'alerte préconisés par le HCSP en France (2012)

L'OMS attribue 1,4% des décès à la pollution. Elle estime qu'en 2016 (85), que 58% des décès prématurés liés à la pollution de l'air extérieur étaient dus à une cardiopathie ischémique et à un accident vasculaire cérébral, tandis que 18% des décès étaient dus à une maladie pulmonaire obstructive chronique et à des infections aiguës des voies respiratoires inférieures, respectivement, et 6% des décès étaient dus au cancer du poumon. Si chaque augmentation transitoire de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM 2,5 génère une surmortalité de 2,8 %, une augmentation du même taux sur un mode chronique est à l'origine d'une surmortalité de 1,6 (86). Sachant que NO et SO<sub>2</sub> sont plus dangereux que les PM 10, notamment par période de fortes chaleurs(87).

### Preuves épidémiologiques des effets cardiovasculaires de la pollution

Les effets néfastes de la pollution atmosphérique sur la santé cardiovasculaire ont été établis dans une série d'études épidémiologiques et observationnelles majeures, récentes et bien contrôlées, tenant compte du facteur de confusion par le tabac. Elles observent une association entre les concentrations ambiantes de particules et la morbidité cardiovasculaire(88)(89) et la mortalité(90)(91)(92)(93)(87)(94). Des effets cardiovasculaires ont été confirmés par l'American Heart Association en 2010(95).

Il a également été démontré que les personnes fragiles souffrant de maladies cardiaques et pulmonaires existantes étaient plus exposées aux effets de la pollution atmosphérique, dans la mesure où cette population présentait un risque accru de décès après exposition à des niveaux de PM 10 conformes à la norme nationale américaine.(90) Toutes ces études à grande échelle montrent une association persistante, dépendante de la concentration, entre la pollution de l'air et le risque cardiovasculaire. La pollution de l'air a été associée également à des maladies respiratoires, telles que l'asthme et la bronchite(96), d'autres maladies, y compris le cancer du poumon(97).

### Mécanismes d'action cardiovasculaires

L'exposition à long terme aux PM et le risque de mortalité cardiopulmonaire s'explique par plusieurs phénomènes.

Le mécanisme principal d'action des particules est une augmentation directe de l'athérosclérose(98), qui est la cause sous-jacente de la plupart des maladies cardiovasculaires. L'étiologie de l'athérosclérose est multifactorielle, mais le processus est initié et favorisé par une attaque toxique de l'endothélium ; et est associé à une inflammation chronique ainsi qu'à de fortes concentrations circulantes de métabolites indiquant un stress oxydatif. Cette inflammation chronique va être à l'origine de l'induction de plaques d'athérome et de dommages artériels et peut conduire à l'infarctus du myocarde. Depuis 2002, on sait que les particules ultrafines se déplacent dans la circulation sanguine directement après l'inhalation(99) ; ce qui explique la voie par laquelle les polluants toxiques affectent de manière systémique le sang, les vaisseaux sanguins et des organes tels que le cœur. Plusieurs études ont signalé une diminution des défenses anti-oxydantes et une augmentation des marqueurs des dommages oxydatifs dans les cellules plasmatiques et endothéliales après une exposition à des composants de la pollution automobile tels que le CO et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)(100).

D'autre part, une infiltration systémique de la pollution atmosphérique engendre une réponse inflammatoire élevée et une activation plaquettaire accrue résultant de complications thrombotiques(101)(102).

### Exercice, Coeur et Pollution

Faire de l'exercice dans un environnement pollué (avec un trafic routier élevé par exemple) expose les individus, en particulier les plus sensibles, tels que les asthmatiques, les enfants et les personnes âgées, aux polluants en suspension dans l'air liés à la combustion et l'ozone.

Par conséquent, bien que l'exercice soit reconnu comme étant extrêmement bénéfique pour la santé, sa pratique dans un environnement pollué peut accroître les risques pour la santé de la population(103). Même pour des efforts à faible intensité, il se produit une augmentation significative de la ventilation pulmonaire et de la capacité de diffusion(103). Une fonction pulmonaire réduite a été observée chez les sportifs après avoir couru près d'autoroutes très fréquentées et chez les cyclistes après avoir empruntés des voies de circulation très fréquentées aux heures de pointe(104). Les concentrations sanguines de toxines peuvent rapidement atteindre des niveaux préjudiciables, comme l'ont montré les coureurs de la ville de New York après 30 minutes d'exercice près des routes très fréquentées. Cette activité a provoqué une augmentation aiguë du taux de carboxyhémoglobine dans le sang, qui est passée de 1,7% à 5,1%(105), soit un niveau comparable à celui observé chez les fumeurs de cigarettes ordinaires. Il a été particulièrement intéressant de constater que, pendant l'exercice, seules de faibles concentrations de polluants (O<sub>3</sub> et NO<sub>2</sub>) étaient nécessaires pour causer des lésions pulmonaires similaires à celles atteintes par des concentrations élevées des mêmes composés au repos(106).

La Figure 5(d'après(107)) présente un résumé de l'interaction entre la pollution de l'air, l'exercice et le risque cardiovasculaire .

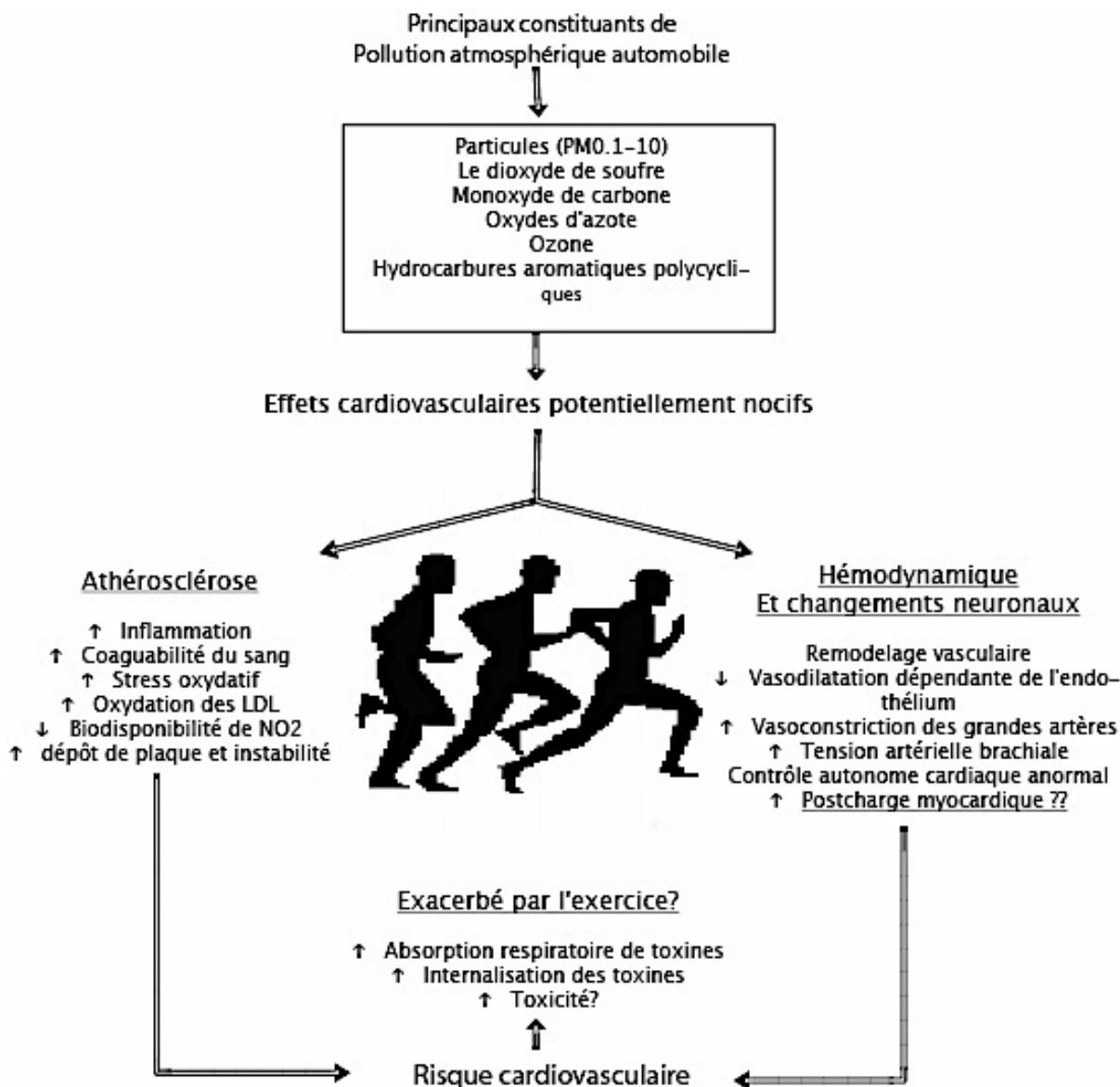


Figure 5 : Résumé des effets potentiellement néfastes de la pollution automobile sur le système cardiovasculaire, au cours de l'exercice. (d'après(107))

Plusieurs études suggèrent que l'activité physique modifie ou atténue les risques pour la santé de l'exposition à la pollution atmosphérique. En ce qui concerne le risque de mortalité, une étude observationnelle menée à Hong Kong a révélé une relation complexe similaire, à savoir que les personnes âgées sédentaires exposées à une pollution aiguë avaient un risque de mortalité plus élevé attribuable à l'exposition par rapport à ceux qui pratiquaient une activité physique habituelle(108). L'étude a également montré que les adultes plus âgés qui pratiquaient un niveau d'activité physique modéré présentaient un risque de mortalité plus faible que ceux qui pratiquaient un niveau d'activité physique élevé

Ensemble, les résultats de ces études suggèrent que l'exercice dans un environnement pollué peut ne pas nuire complètement à la santé et que, dans certains cas, les avantages de l'activité physique peuvent l'emporter sur les risques liés à l'exposition à la pollution atmosphérique.

## 5. La règle 7 : le tabac et le risque cardio-vasculaire au cours du sport

*« Je ne fume pas. En tout cas, jamais dans les 2 heures qui précèdent ou qui suivent la pratique d'une activité sportive. »*

L'entraînement physique constitue une approche bien établie de prévention et de traitement de plusieurs maladies cardiovasculaires, dans lesquelles la principale préoccupation est l'exercice potentiel de déclenchement du remodelage cardiaque. En effet, l'entraînement physique, après un programme d'exercices à long terme induit une hypertrophie physiologique caractérisée par une performance cardiaque préservée ou accrue. L'exposition à la fumée du tabac est un autre stimulant pour le développement de l'hypertrophie cardiaque. Cependant, contrairement à l'entraînement physique, la fumée de tabac provoque une hypertrophie des cavités cardiaques, une hypertrophie du myocarde et un dysfonctionnement ventriculaire. Nous ne détaillerons pas ici les effets de la fumée, qui sont similaires à la pollution, vue dans le paragraphe précédent. La nicotine est en cours d'évaluation en tant que produit dopant par l'Agence mondiale antidopage. La nicotine contribuant considérablement aux effets cardiovasculaires du tabac, le débat pourrait être étendu aux cigarettes électroniques.

### Pharmacodynamique de la nicotine

Cet alcaloïde se lie aux récepteurs nicotiniques situés dans le cerveau, les ganglions autonomes, les glandes surrénales et les jonctions neuromusculaires. La stimulation de ces récepteurs par la nicotine induit la libération de neuromédiateurs (noradrénaline, épinéphrine, acétylcholine, dopamine, sérotonine, vasopressine, oxyde nitrique, etc.). La plupart des effets cardiovasculaires sont dus à la sécrétion de catécholamines : la noradrénaline par les terminaisons nerveuses sympathiques ou l'épinéphrine par l'adrénomédullité(109). La nicotine peut augmenter la sensibilité des chimiorécepteurs carotidiens et aortiques (110). Les effets cognitifs et addictifs sont principalement causés par la stimulation dopaminergique, en particulier dans le noyau accumbens et la région préfrontale (111). Le phénomène de tolérance est un facteur clé pour les effets de la nicotine, car il se produit très tôt après une exposition à la nicotine. Si le pic sanguin de nicotine est progressif, comme c'est le cas pour la gomme ou les timbres à la nicotine, les effets sur la tolérance induisent des effets cardiovasculaires moins intenses que d'autres modes d'administration, tels que la perfusion intraveineuse, le tabac à priser ou la cigarette.



### Effets cardiovasculaires du tabac

L'abus de nicotine peut entraîner une élévation du cholestérol total et une dépression des HDL-cholestérol. Les effets nocifs sur la santé du tabac, entraînant notamment des troubles cardiovasculaires, sont liés aux effets physiologiques de la nicotine, principalement via une libération de catécholamines.

La nicotine, par son effet adrénérgique, diminue la variabilité de la fréquence cardiaque en agissant sur le système nerveux autonome(112), elle abaisse le seuil de fibrillation ventriculaire (24), et elle favorise la survenue d'arythmies en prolongeant les potentiels d'action et la dépolarisation de la membrane(113). Il est donc recommandé d'éviter le tabac pendant 2 h avant et après une séance ou une pratique sportive.

De plus, le tabac provoque une vasoconstriction intense des segments de l'artère coronaire malades et normaux. La nicotine altère la vasodilatation dépendante de l'endothélium(114) et pourrait donc favoriser le développement prématuré d'athérome.

Outre les effets athérogènes et vasospasme, la nicotine a des effets thrombogènes entraînant une coagulabilité accrue. Au cours d'un exercice intense, bien que la nicotine n'ait pas d'effet sur l'activation plaquettaire(115), elle aggrave le stress oxydatif et l'état procoagulant (24).

Au repos, la fréquence cardiaque et la pression artérielle, ainsi que l'inotropisme, le débit cardiaque et la consommation myocardique d'oxygène sont augmentés par la nicotine, conduisant à un déséquilibre entre la demande et l'apport en oxygène au niveau myocardique(116). Ceci est également constaté à des niveaux d'effort sous-maximal(117). Ces modifications sont accompagnées d'une élévation des résistances périphériques.

À l'exercice maximal cependant, la fréquence cardiaque, le débit cardiaque et à le VO<sub>2</sub>max sont inchangés par la nicotine(117). Puisqu'un dysfonctionnement endothélial est favorisé par la nicotine, une vasoconstriction coronaire paradoxale peut survenir aussi bien pendant l'exercice que pendant la phase de récupération(22).

D'autre part, les études montrent que la nicotine diminue la force musculaire(118) et altère la capacité d'exercice anaérobie(117)

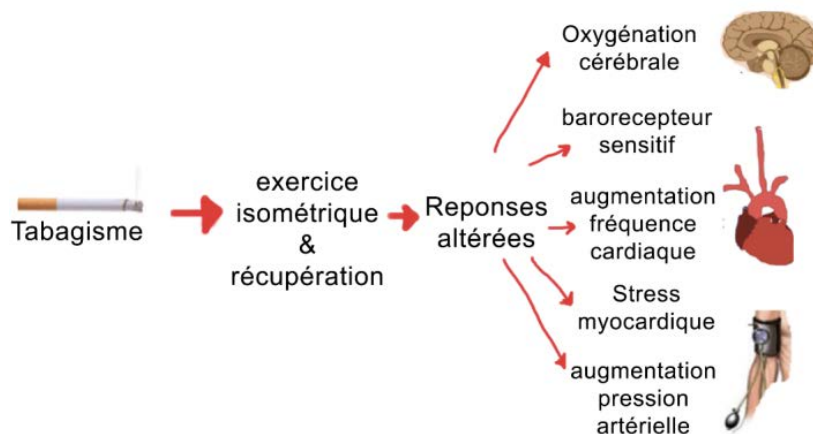


Figure 6 : effet cardiovasculaire du tabac pendant l'exercice physique

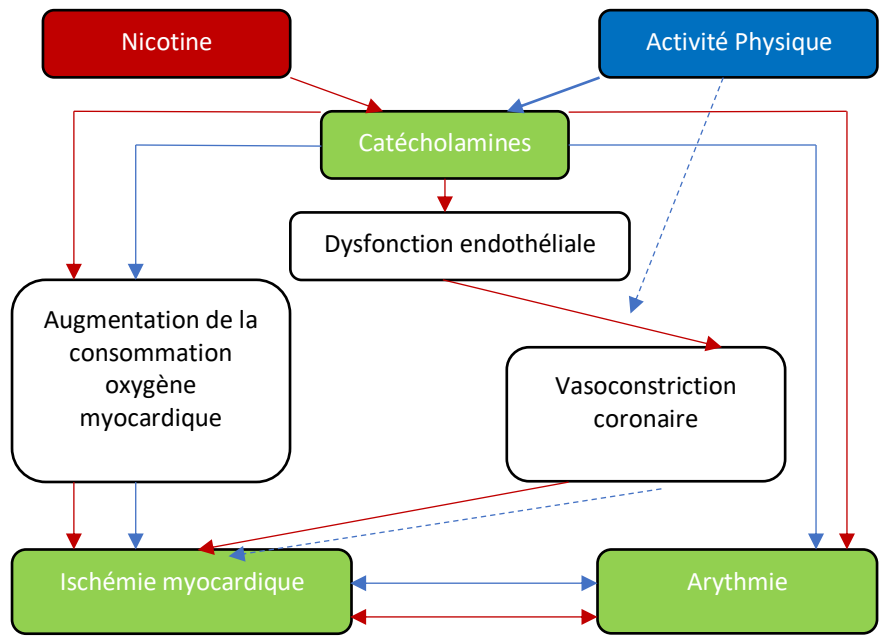


Figure 7 : Effet cardiovasculaire de la nicotine couplé à l'exercice physique

## **6. La règle 8 : l'automédication et risque cardio-vasculaire pendant le sport**

*« Je ne consomme jamais de substance dopante et j'évite l'automédication en général »*

### **6.1. Risque de l'automédication au cours de l'exercice**

L'automédication s'inscrit dans un comportement général de soins qu'une personne se prodigue à elle-même sans prendre l'avis d'un professionnel de la santé. Les substances utilisées sont les médicaments à prescription facultative. Ils concernent les médicaments de médication officinale, ainsi que des médicaments anciennement prescrits mais non consommés en totalité ou encore achetés sur Internet. Dans la population générale, les médicaments d'automédication correspondent à 12,9% du marché des médicaments en France en 2019(119), loin derrière la moyenne européenne qui se situe autour de 23,5%, et les USA à 51%.

Chez les sportifs, peu de données sont disponibles. Les douleurs de l'appareil locomoteur engendrées par les efforts prolongés lors d'épreuves d'endurance peuvent conduire les coureurs à la prise d'antalgiques en automédication. Toutefois, la prévalence de l'usage pourrait être plus élevée dans cette population, avec des différences en fonction du niveau de pratique. Plusieurs études ont mis en évidence une automédication très importante chez les sportifs pratiquant un sport d'équipe, évoluant par tournois comme le football ou le rugby, et ce, quelque-soit le niveau de pratique (professionnel ou amateur).

En dépit du manque de données, il existe quelques arguments en faveur de comportements différenciés entre sportifs et non sportifs. Ainsi, dans une étude française, la proportion de jeunes sportifs à prendre du paracétamol était cinq fois plus élevée que chez leurs pairs non pratiquants. Outre les effets indésirables habituels, les sportifs s'exposent à deux dangers spécifiques : altérer les performances et rendre positive une analyse antidopage.

#### *Paracétamol*

Les risques d'une prise ponctuelle de paracétamol pendant une course d'endurance ne sont, à l'heure actuelle, pas décrits dans la littérature. En revanche, une prise prolongée (à partir de 15 jours) d'une dose de 4 grammes par jour (ne dépassant donc pas la dose maximale

recommandée) par des volontaires sains, était associée à une augmentation des ALAT à plus de 3 fois la norme chez 40% d'entre eux(120).

### Anti-inflammatoires non stéroïdiens

Les coureurs prennent fréquemment des AINS (ibuprofène, aspirine ...) dans le but de diminuer une douleur, et parfois de prévenir la survenue de courbatures. Or, non seulement ils ne diminuent pas les courbatures(121) et n'améliorent pas les performances en course(122) mais ils s'exposent à des complications pouvant être sévères. Les inhibiteurs de COX2,sélectifs, inhibent la réabsorption tubulaire de sodium et favorisent par conséquent la rétention sodique et l'hypertension. Cet effet, associé à l'effet vasoconstricteur de l'inhibition des prostaglandines, est la cause principale de l'augmentation de la mortalité cardiovasculaire associée à la prise chronique des AINS, démontrée principalement avec les inhibiteurs sélectifs de COX2, mais également avec les AINS non sélectifs.(123)

Lors d'une activité physique prolongée, il existe une redistribution du débit sanguin au profit des muscles et du cerveau et au détriment du débit splanchnique, qui chute de plus de 80% de sa valeur normale.

Un autre effet indésirable bien connu des AINS est le risque d'insuffisance rénale aiguë par diminution du débit de perfusion glomérulaire, d'autant plus si le sujet est déshydraté, ce qui est fréquemment le cas chez les coureurs d'endurance.

### Traitement pour la prévention des troubles digestifs

Les autres médicaments pris couramment chez les coureurs sont ceux à visée digestive, tel que des anti-diarrhéiques, des antispasmodiques, et des antiémétiques. Certains de ces médicaments ont fait la preuve de leur innocuité pour des efforts de type endurance, ils peuvent donc être recommandés aux coureurs.

### Compléments alimentaires :

Nombreux sont les coureurs qui supplémentent leur alimentation par des vitamines, des compléments alimentaires et autres substituts désormais disponibles dans le commerce, et notamment via internet. Or, certains compléments alimentaires peuvent contenir des

substances illicites sans que les industriels n'aient à les déclarer, comme le montrait cette étude parue en 2004, qui étudiait 634 compléments alimentaires issus de 13 pays différents sur une période d'un an. Parmi les produits étudiés, 15% contenaient des substances interdites, essentiellement sous forme de stéroïdes anabolisants(124).

Les suppléments nutritionnels, tels que protéines, créatine, vitamines ou carnitine, sont couramment utilisés par les athlètes et les personnes pratiquant des sports de loisirs. Aucune preuve solide liant la supplémentation nutritionnelle aux effets secondaires cardiaques n'a été trouvée.

### Caféine

Certaines substances, telles que la nicotine, les antidépresseurs, la caféine, etc., sont souvent utilisées par les athlètes comme partie de leur mode de vie et utilisées pour améliorer leurs performances sportives, bien qu'elles ne soient pas considérées comme interdites. Cependant, bon nombre des agents peuvent avoir des effets néfastes sur le système cardiovasculaire.

La caféine peut améliorer l'utilisation des acides gras comme source de carburant, épargnant ainsi le glycogène musculaire. La caféine agit sur le système nerveux central, qui stimule l'éphédrine et améliore les effets cardiovasculaires. Cependant, une trop grande stimulation par l'abus de caféine entraîne des palpitations et des douleurs thoraciques. Le caféinisme est un syndrome résultant de l'ingestion excessive de caféine, caractérisé par une alcalose respiratoire accompagnée de troubles cardiovasculaires et du système nerveux central(125).

## **6.2 Risque cardio-vasculaire du dopage au cours l'exercice**

Le dopage est défini comme «la présence d'une substance interdite ou de ses métabolites ou marqueurs dans un échantillon corporel d'un sportif et l'utilisation ou la tentative d'utilisation d'une substance interdite ou d'une méthode interdite pour augmenter la performance sportive». En 1967, pour la première fois, le Comité international olympique (CIO) a établi une liste de substances interdites, qui a été mise à jour et adaptée aux changements intervenus dans l'utilisation de substances ou de méthodes de dopage dans le sport. Depuis 2004, l'Agence mondiale antidopage (AMA) coordonne la lutte contre le dopage.

Tous ces produits sont donc interdits pour deux raisons principales : améliorer les performances (donc la concurrence déloyale) et les risques pour la santé. Parmi les effets secondaires du dopage, les effets cardiovasculaires sont les plus délétères, avec le potentiel d'entraîner une augmentation de la morbidité et de la mortalité

	Hypertension	Arythmie	Hypertrophie ventriculaire gauche	Coronaropathie	Infarctus myocarde	Insuffisance cardiaque	Mort subite cardiaque
Stéroïdes androgènes- anabolisants	+	+	+	+	+	+	+
Hormone croissance (hGH)	+	+	+			+	+
Erythropoïétine (EPO)						+	
Bêta-2 agonistes		+			+	+	+
Diurétique		+					
Amphétamines	+	+			+	+	+
Cocaine	+	+		+	+	+	+
Ephrédine	+	+		+	+		+
Narcotiques							+
Cannabinoïdes		+			+		+
Glucocorticostéroïdes	+			+			
Alcool	+	+			+	+	+

**Tableau 2 : Effet indésirable cardiovasculaire des substances dopantes (d'après(126))**

## **7. La règle 9 : Le risque de la pratique sportive en contexte fébrile**

*« Je ne fais pas de sport intense si j'ai de la fièvre, ni dans les 8 jours qui suivent un épisode grippal »*

La fièvre se définit comme une augmentation de la température corporelle dépassant la variation thermique quotidienne normale. Cliniquement, le diagnostic est retenu en cas de température supérieure à 38,0°C. La fièvre fait partie d'une réponse physiologique normale à un stimulus immunitaire ou à une maladie, visant à faciliter la survie de l'hôte et à raccourcir la durée de la maladie. La pathologie infectieuse en est la première cause. Les pathologies fébriles sont fréquentes dans la population générale, et donc aussi chez les sportifs, quelque-soit leur niveau. Elles constituent le deuxième problème de santé en population sportive, après les blessures(127). La publication du club des cardiologues du sport à destination du grand public interdit la pratique du sport intensif en cas de fièvre et dans les 8 jours suivant un épisode grippal, en raison du risque de myocardite potentiellement létal(11). Malgré cela on trouve peu de recommandations encadrant la pratique sportive chez un patient fébrile. Il existe plusieurs publications liées à deux pathologies potentiellement fébriles pouvant atteindre les sportifs : la mononucléose infectieuse et la myocardite. Là encore, il n'existe pas de recommandations claires quant à la prise en charge de l'activité sportive de ces patients.

Il existe par ailleurs de nombreuses fausses croyances quant au sujet dans le monde sportif. De nombreux sportifs pensent par exemple que la sueur permet d'éliminer les « microbes » en cas de fièvre(128).

### **7.1 Historique du lien entre le danger des infections et le sport**

Entre 1979 et 1992, seize jeunes coureurs sont décédés d'une atteinte cardiaque soudaine et inattendue, lors d'une course d'orientation hivernale en Suède. L'histopathologie a montré une myocardite dans cinq cas, une dysplasie ventriculaire dans quatre cas. Après une réunion d'experts en 1992, le conseil suédois de la Santé a recommandé de s'abstenir d'entraînement et de compétition pour une période de six mois (décembre 1992 à mai 1993). L'hypothèse d'un lien entre sport, infection et myocardite a donc été établie. Une étude réalisée sur les rongeurs, quelques années après a confirmé cette théorie(129) : l'existence d'un lien entre l'opportunisme des virus et la pratique d'un sport intensif, avec atteinte myocardique et risque de mort subite. Elle a permis de mettre en évidence un lien entre le moment

d'exposition à un virus et les complications entraînées par celui-ci. En effet, ces diverses atteintes (dont cardiaques) pouvaient apparaître jusqu'à 9 jours après l'exposition, car certaine immunodépression perdurait dans le temps.

### **7.2 Effet métabolique et cardiaque de la fièvre pendant l'exercice physique.**

Les processus corporels normaux qui refroidissent le corps pendant les périodes de stress thermique, telles que la vasodilatation périphérique et la transpiration, ne sont pas actifs pendant les périodes de fièvre(26). Ainsi, on retrouve une augmentation des résistances vasculaires par vasoconstriction périphérique afin de limiter les pertes de chaleur(26).

La fièvre, dans le cadre de la réponse en phase aiguë, implique des systèmes endocrinien, métabolique, comportemental et autonome. Une augmentation de la production d'adrénaline se produit, ce qui augmente la fréquence cardiaque et le tonus musculaire. Le système immunitaire crée également un environnement hostile pour les agents pathogènes en diminuant la quantité de glucose libre disponible dans la circulation et le passage à lipolyse et le métabolisme à base protéolyse. La résistance vasculaire périphérique augmente, ce qui éloigne le sang des lits capillaires périphériques, ce qui diminue les pertes de chaleur.

On constate également des effets sur le plan cardiologique. Il y a une diminution de la fraction d'éjection (FEVG) compensée par une tachycardie lors de la fièvre. Suite à la décroissance thermique, la fréquence cardiaque se normalise avec une baisse relative de la FEVG(130). La superposition d'une déshydratation provoquée par l'hyperthermie au cours de l'exercice provoque de plus grandes altérations de la fonction cardiovasculaire, qui rendent l'athlète déshydraté beaucoup moins capable de faire face à l'hyperthermie (131). La fièvre réduit la VO<sub>2</sub> max, en accélérant les baisses du débit cardiaque et de la pression artérielle moyenne. Cela entraîne une diminution du débit sanguin musculaire, de l'apport en O<sub>2</sub> et de l'absorption d'O<sub>2</sub> par les muscles. Ainsi, le cœur est incapable de maintenir un débit cardiaque et un apport en O<sub>2</sub> au muscle locomoteur suffisant. La capacité aérobie s'en voit réduite et entraîne une fatigabilité périphérique avec une baisse de la tolérance à l'exercice(132). S'il existe une myosite liée à l'infection initiale, il peut y avoir un risque d'atteinte du myocarde, et donc de myocardite. La fièvre est aussi connue pour démasquer des syndromes de Brugada (de type 1). Ce syndrome serait jusqu'à 20 fois plus fréquent chez les patients fébriles. Ils restent néanmoins asymptomatiques (133). Le syndrome de Brugada est suspecté comme étant responsable de 4 à 12% de l'ensemble des morts subites. Volontiers



asymptomatique, ce syndrome est à risque de troubles du rythme ventriculaire et de mort subite déclenchés, entre-autre, par l'effort.

### 7.3 Effets de l'exercice sur le système immunitaire et notion de « fenêtre immunitaire » à risque d'infection

Lors de l'exercice, l'organisme subit de nombreuses transformations physiologiques, y compris dans le système immunitaire. La relation qui semble exister entre exercice physique et risque infectieux a été décrite en 1989, par Nieman avec « une courbe en J ».

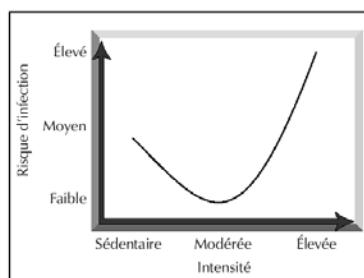


Figure 1) L'hypothèse de courbe en J relativement à l'intensité de l'entraînement et au risque d'infection. Traduit avec autorisation de la

Elles suggèrent un sportif s'exerçant de manière modérée, par rapport à une personne sédentaire, aurait un risque moindre de présenter des infections, notamment les infections respiratoires supérieures, alors que le sportif subissant un entraînement intense et prolongé aurait un effet négatif global sur le système immunitaire.

L'exercice d'intensité modérée est défini au cours de ces études par une fréquence cardiaque à l'effort comprise entre 40 et 60% de la fréquence cardiaque maximale pendant 5 à 60 minutes(134). Les effets bénéfiques des exercices physiques réguliers légers à modérés comprennent une augmentation des taux de leucocytes circulants, principalement lymphocytes et polynucléaires neutrophiles(135)(136). Cette augmentation persiste durant plusieurs heures après arrêt de l'exercice pour les neutrophiles(135). En revanche, les lymphocytes connaissent une décroissance 2 heures après l'exercice(137). Après avoir commencé un programme de course à pied, jusqu'à 61% des coureurs ont signalé moins d'infections des voies respiratoires supérieures et l'incidence des infections des voies respiratoires supérieures a diminué de 20% à 30% chez les sportifs modérés par rapport aux individus sédentaires(134).

L'exercice physique d'intensité élevée est défini au cours de ces études par une fréquence cardiaque à l'effort comprise entre 70 et 80% de la fréquence cardiaque maximale pendant 5 à 60 minutes, et lors d'un exercice prolongé pendant plus de 60 minutes(134). Des exercices

intenses altèrent l'immunité à médiation cellulaire en diminuant la prolifération des lymphocytes T, augmentant ainsi potentiellement le risque d'infection virale(135).

Ces différents arguments ont conduit à l'élaboration du concept de « fenêtre immunitaire » (137). Elle correspondrait à une courte période de temps suivant un exercice intense durant laquelle l'athlète serait plus à risque de développer une infection(138). Elle pourrait durer entre trois et soixante-douze heures(139) La durée et l'importance de cette période sont fonction de l'intensité de l'exercice. Si l'athlète ne respecte pas une période de repos suffisante après l'arrêt de l'effort, alors le risque est prolongé(140)(141). En résumé, sur la base de certaines études, on peut retenir que l'effort physique intense influence les défenses immunitaires et, de ce fait, entraîne un risque potentiel accru d'infections. Néanmoins, il reste à démontrer une corrélation significative avec la clinique.

#### **7.4 Effets d'une infection fébrile sur le système immunitaire**

Lors d'un épisode infectieux fébrile, il existe un état inflammatoire systémique non spécifique déclenché par l'élévation des concentrations en cytokines sécrétées par les macrophages et les monocytes activés. L'amplitude initiale de cette réponse semble dépendre de la virulence du micro-organisme, de la charge virale ou bactérienne infectant l'hôte et du statut immunitaire de ce dernier(142)(143).

D'autre part, il existe une dégradation d'enzymes musculaires liées à la performance musculaire avec réduction significative de leur activité(144). La récupération peut durer pendant plusieurs semaines à un mois après une infection fébrile d'une semaine(142). Les stocks de protéines musculaires se régénèrent graduellement après un épisode infectieux, bien que cela puisse prendre plusieurs semaines à un mois avant une régénération complète.

#### **7.5 La myocardite : la complication cardiaque d'une infection fébrile en cas d'exercice physique**

Il est admis que l'exercice pendant une maladie infectieuse peut exacerber les symptômes(144), prolonger la durée de la maladie et accroître le risque de complications au potentiel grave, telles qu'une myocardite. Plusieurs études ont démontré les effets négatifs de l'exercice physique intense lors d'un épisode fébrile, ce dernier pouvant causer divers types de complications allant de l'aggravation de la pathologie initiale à l'augmentation de la mortalité(143). La myocardite est une des complications redoutées chez le sportif. Notamment en cas d'infection à coxsackie virus(145). *La myocardite* est une inflammation

du myocarde dont les étiologies sont nombreuses et variées, mais l'infection virale occupe une place importante. Les virus les plus à risque sont le coxsackie virus (jusqu'à 50% des myocardites(143)) ainsi que le reste des entérovirus, le parvovirus B19, l'herpès virus (HHV6). Le diagnostic en est difficile. Le patient présente parfois des signes d'appel clinique, tels qu'une tachycardie persistante après un épisode viral, une extrasystolie avec ou sans palpitations, des douleurs thoraciques ou des troubles diffus de la repolarisation à l'ECG(146). Mais le sujet est la plupart du temps asymptomatique(147). C'est pourquoi le praticien doit être vigilant au moindre signe d'inconfort chez le sportif, en particulier en cas de syndrome pseudo-grippal précédant leur apparition. La myocardite peut être associée à une atteinte du péricarde donnant alors lieu à une myopéricardite(146) (147).

La plupart des myocardites aiguës ou subaiguës guérissent sans séquelles, mais restent exposées pendant plusieurs semaines à des troubles du rythme pouvant être déclenchés par l'effort (146) (147)(148). En cas de myocardite, le risque de mort subite est évalué jusqu'à 5 fois supérieur à celui de la population générale(147). C'est la cause suspectée chez 5 à 22% des cas de mort subite chez les athlètes de moins de 35 ans(143). Une étude retrouve une histoire d'infection respiratoire haute fébrile récente ou en cours dans 10% des cas de mort subite liées à l'effort (143)

### **7.6 Délai de reprise de l'activité sportive après un épisode de fièvre et d'infection**

D'après la neuvième des dix règles d'or du club des cardiologues du sport, tout épisode fébrile contre-indique la pratique sportive intensive ainsi que durant les 8 jours qui suivent un épisode grippal (fièvre et courbatures)(149). Cette recommandation se base sur le risque de survenue d'une myocardite, potentiellement létale à l'effort. D'autres publications tendent à confirmer cette règle(128). Pour d'autres auteurs, la reprise sportive serait possible sept à quatorze jours après disparition complète de tous les symptômes(134)(26). D'autres suggèrent que l'activité sportive peut être reprise dès que l'épisode fébrile est résolu. Mais la reprise doit être progressive, tout en étant très attentif au moindre signe évoquant une complication, notamment les signes cardiaques (douleurs, palpitations)(143). Enfin, des auteurs évoquent même la nécessité d'arrêter la pratique du sport intense et de haut niveau pendant quatre semaines en cas d'infection fébrile aspécifique(144)(150)

## 8. La règle 10 : Le bilan cardiaque

*« Je pratique un bilan médical avant de reprendre une activité sportive intense si j'ai plus de 35 ans pour les hommes et 45 ans pour les femmes »*

Les sociétés savantes recommandent avant 35 ans, pour les sportifs compétiteurs :

- Interrogatoire personnel et familial
- Examen physique
- ECG de repos, lors de première licence puis tous les 3 ans jusqu'à l'âge de 20 ans et tous les 5 ans jusqu'à l'âge de 35 ans

Elles insistent sur l'association d'un interrogatoire, d'un examen physique et d'un ECG de repos à réaliser chez tout sportif de pratiquer son activité en compétition entre 12 et 35 ans. L'épreuve d'effort dans cette tranche d'âge ne doit pas être systématique vu ses limites. Ainsi, l'indication de l'épreuve dans cette population doit se limiter aux sujets symptomatiques (douleur thoracique, essoufflement ou fatigue anormale, palpitations, malaises liés à l'effort) et/ou porteur d'une cardiopathie (HTA comprise)(151).

Au niveau européen, la société européenne de cardiologie (ESC) s'est appuyée sur les résultats des travaux italiens pour publier en 2005 un protocole commun concernant le dépistage des pathologies cardiovasculaires préalable à la participation à des compétitions sportives pour les sujets entre 12 et 35 ans(5) Un ECG de repos est recommandé tous les 2 ans dans cette population. La société française de cardiologie (SFC) reprend principalement ces recommandations(152). La mise au point de l'ESC de 2011 concernant l'évaluation cardiovasculaire du sportif vétérans(153) réaffirme l'indication d'un ECG de repos 12 dérivations systématiques dans le bilan initial. La fréquence de répétition de cet examen n'est pas précisée pour cette population.

Les causes de mort subite à l'effort chez le sportif vétérans, c'est-à-dire âgé de plus de 35 ans, sont à 90 % d'origine cardiovasculaire et pour 85 % d'origine athéromateuse par rupture de plaque. L'épreuve d'effort (EE) ou test à l'effort ou encore électrocardiogramme (ECG) à l'effort est l'examen de première intention pour le dépistage des cardiopathies ischémiques silencieuses s'exprimant à l'effort. La Société Française de Cardiologie (SFC) a édité une recommandation à ce sujet datant de 1997 et faisant toujours référence(151). L'indication de l'EE est formelle chez le sportif vétérans dans les situations suivantes :

- Antécédent personnel de cardiopathie

- Symptômes d'alerte à l'effort : douleur thoracique, palpitations, malaise ou perte de connaissance, fatigue ou essoufflement inhabituel
- Examen physique cardiovasculaire et/ou ECG de repos anormal
- **Homme de plus de 40 ans et femme de plus de 50 ans pratiquant une activité physique intense**
- Homme ou femme de plus de **35 ans débutant ou reprenant une activité physique**
- Patient porteur de plus de 2 facteurs de risques cardiovasculaire (FDRcv) pratiquant une AP intense quel que soit l'âge et le sexe.

Le calendrier de répétition de l'EE n'est pas précisé dans cette recommandation. Un consensus français de 2011 suggère une fréquence de contrôle à adapter en fonction du profil du patient :

- **Annuelle pour les sportifs de plus de 65 ans pratiquant une activité physique intense** et les patients porteurs d'une cardiopathie.
- **Tous les 5 ans, entre 35 et 65 ans**, pour les sujets asymptomatiques dont la première épreuve d'effort était négative.

La fédération française de cardiologie a récemment modifié en 2016 cette règle pour « *Je pratique un bilan médical avant de reprendre une activité sportive intense si j'ai plus de 40 ans pour les hommes et 50 ans pour les femmes* »(154).

Au vu des recommandations, la règle 10 devrait se préciser en faisant la distinction entre « l'activité sportive intense » et la « reprise du sport » qui nécessite un bilan dès 35 ans pour les hommes et les femmes.

### **III. MATÉRIEL et MÉTHODES**

Cette étude transversale descriptive observationnelle se base sur un recueil prospectif des données.

#### **1. Population de l'étude**

Tous les coureurs, âgés de plus de 18 ans, participants à l'édition 2017 du Marathon du Cognac, regroupant une course de 42km, 20km et 11,5km, en Charente, ont été éligibles dans cette étude, après l'obtention de leur consentement éclairé.

Les inscrits à la marche nordique, ainsi que les coureurs de moins de 18 ans ont été exclus de la population étudiée.

2500 participants étaient attendus par les organisateurs dont la moitié des inscriptions pour lesquelles le retrait du dossard se faisait par voie postale. L'objectif était alors de recueillir plus de 500 questionnaires parmi les 1500 inscrits venant effectivement retirer leurs dossards.

#### **2. Questionnaire**

Un questionnaire composé de deux parties a été élaboré, consultable en annexe 1.

La première partie, permettait de caractériser le coureur par le recueil de son âge, son sexe, la recherche d'un tabagisme, sa pratique en club, le nombre d'heures d'entraînement et l'ancienneté de sa pratique, le type de course concouru pour cette compétition.

La seconde partie était composée d'un questionnaire simple comprenant dix questions sur les risques cardiaques liés au sport, édicté par les dix règles d'or. Chaque coureur devait répondre, par oui ou non s'il connaissait ces règles et s'il appliquait chacune de celles-ci.

#### **3. Méthode statistique**

Toutes les valeurs quantitatives (variable continue) ont été exprimées sous forme de moyenne  $\pm$  écarts types. Les données qualitatives (variable nominale) ont été exprimées sous forme d'effectif ou de pourcentage.

La population étudiée a été divisée en 3 groupes en fonction de la distance de course envisagée, et 3 autres groupes en fonction de leur niveau de pratique

Pour la comparaison statistique, nous avons utilisé le test Chi 2 de Pearson. La différence était considérée comme statistiquement significative en cas de valeur de  $p < 0,05$ .

#### **4. Réalisation de l'enquête**

Ces dix questions étudiaient l'importance de signaler les douleurs thoraciques, les malaises, et les palpitations anormales liées au sport. Elles réunissaient également des connaissances spécifiques sur les dangers pendant le sport : du tabac, de la fièvre, du manque d'échauffement ou d'hydratation, de l'exercice sous des températures extrêmes et du dopage. La dernière question était ouverte et concernait les examens et bilans cardiologiques qu'ils avaient réalisés antérieurement à cette course (ECG et Epreuves d'effort, jugés en fonction de l'âge selon les directives internationales concernant les facteurs de risque cardiovasculaires).

Une fois le questionnaire édité, il a été rempli par un groupe test constitué d'une dizaine de coureurs réguliers. Le but était de s'assurer que le questionnaire soit compréhensible pour tous, cohérent et facile à remplir. Le temps de remplissage ne devait pas excéder 5 minutes. Quelques modifications de présentations et de terminologies ont été effectuées suite à cette étape.

Le questionnaire a reçu un avis favorable de la Commission Ethique du Département de Médecine Générale de la faculté de médecine de Toulouse, consultable en annexe 2.

Onze personnes ont été formées afin d'être en mesure d'aider, au besoin, les sportifs à remplir le questionnaire. La période de recueil de données s'est réalisée la journée du 10 novembre 2017 sur le lieu de retrait des dossards. Le questionnaire a été soumis aux coureurs directement. Les questionnaires ont été remplis de façon anonyme par les participants. L'équipe apportait une aide au recueil de données expliquait et faisait remplir le questionnaire à chacun des coureurs, et pour les coureurs souhaitant le remplir seul alors l'un des membres de l'équipe restait à proximité et vérifiait le bon remplissage des questionnaires.

Personne n'a refusé le questionnaire. 753 questionnaires ont été distribués aux 1000 coureurs qui sont venus chercher leur dossard, mais 3% d'entre eux étaient inexploitables (âges incompatibles, questionnaire partiellement rempli).

733 questionnaires ont été finalement analysés pour ce travail.

## IV. RESULTATS

### 1. Caractéristique de la population

Au total, 733 coureurs ont été inclus.

#### Sexe

L'échantillon comprenait 68% d'hommes (n=495) et 32% de femmes (n=238).

#### Age

L'âge moyen des participants était de 44 ans  $\pm$  12 ans.

#### Type de course

19%(n=139) participaient au marathon, 51%(n=375) au semi-marathon, contre 30%(=219) au 11,5km.

#### Pratique de la course à pied

Les coureurs s'entraînaient en moyenne 2,73 fois par semaine ( $\pm$  1,16). Ils parcouraient en moyenne 33,79 kilomètres par semaine ( $\pm$  4,62 km). Ils avaient en moyenne 11 années de pratique régulière de la course à pied.

Tableau 3 : Descriptif de la population en fonction du niveau d'entraînement

Niveau d'entraînement	Moyenne	Ecart-type	Médiane	Minimum	Maximum
Nombre de sortie/semaine	2,73	1,16	3,00	<1	7,00
Kms/sortie	12,36	3,99	12,50	3,00	60,00
Kms/semaine	33,79	4,62	37,50	<1	
Ancienneté de la pratique (années)	11,65	10,85	10,00	<1	55,00

#### Licence

La majorité des coureurs de la population étudiée pratiquait la course à pied en qualité d'activité de loisir 62 % (n=458). 275 participants (38%) étaient licenciés d'un club d'athlétisme ou d'une association de course à pied.

Tableau 4 : Descriptif de la population en fonction du niveau de pratique

Niveau de pratique	Effectif 733 (%)
Non licencié	458 (62%)
Licencié	275 (38%)



## 2. Connaissance et application des « 10 règles d'or »

### Connaissance du terme « les 10 règles d'or »

A la question « avez entendu parler des 10 règles d'or », seul 13%(n=98) l'affirmaient.

### La délivrance du message des « 10 règles d'or »

Ces participants, qui connaissaient le « terme 10 règles d'or », ont été majoritairement informés par un professionnel de santé (46%), en particulier par leur médecin généraliste (27%), par un cardiologue (17%), ou par les deux (3%).

Tableau 5 : Descriptif de la transmission de l'information sur les 10 règles d'or :

Origine de la connaissance	(n= 98)	(%)
Médecin généraliste	26	27%
Cardiologue	17	17%
Médecin généraliste et cardiologue	3	3%
Club ou Association	19	19%
Profession ou étude (santé, sport)	11	11%
Internet	11	10%
Revues	6	6%
Événements sportifs	5	5%

### Connaissance et application de chaque règle

Tableau 6 : Nombre(n) et proportion (%) de coureurs connaissant et appliquant chaque règle d'or.

	Connait la règle		Applique la règle		p-value	Valeur ** significative		
	n	%	n	%				
Nombre répondant « oui » (total n = 733)	Règle1	574	78%	R1 Alerte si douleur/dyspnée	666	91%	2,85E-11	<i>oui</i>
	Règle2	569	78%	R2 Alerte si palpitation	623	85%	2,97E-4	<i>oui</i>
	Règle3	574	78%	R3 Alerte si malaise	656	89%	5,63E-9	<i>oui</i>
	Règle4	570	78%	R4a Respect de l'échauffement	500	68%	3,83E-5	<i>oui</i>
				R4b Respect de la récupération	480	65%	1,84E-7	<i>oui</i>
	Règle5	480	65%	R5 Bonne hydratation	348	47%	3,55E-12	<i>oui</i>
Règle6	475	65%	R6a Pas de sport si <-5°C	384	52%	1,39E-6	<i>oui</i>	
			R6b Pas de sport si >+30°C	450	61%	0,17	<i>non</i>	
			R6c Pas de sport si pollution	416	57%	1,59E-3	<i>oui</i>	
Fumeur (n= 80)*	Règle7	48	60%	R7 Pas de tabac 2h avant/après	57	71%	0,13	<i>non</i>
	Règle8	516	70%	R8a Pas de dopage	733	100%	2,45E-57	<i>oui</i>
				R8b Pas d'automédication	616	84%	4,75E-10	<i>oui</i>
	Règle9	376	51%	R9 Pas de sport si fièvre et 8j après	245	33%	4,38E-12	<i>oui</i>
H>35ans F>45ans (n = 533)*	Règle10	361	68%	R10Dit avoir fait le bilan cardiaque	401	78%	6,66E-3	<i>oui</i>
				R10A fait le bilan recommandé	236	44%	1,23E-14	<i>oui</i>

\*Pour la règle 7, la question ne concernait que la population de fumeurs. Pour la règle 10, la question ne concernait que les hommes âgés de plus de 35 ans et les femmes de plus de 45 ans. Les statistiques sont donc réalisées en fonction de ces groupes.

\*\* Valeur significative : valeur reconnue pour être statistiquement significative (p<0,05) concernant la comparaison entre la connaissance et l'application de chaque règle.

### **Règle 1 2 3**

Les coureurs connaissent les trois premières règles dans des proportions équivalentes (78 %). Toutefois, ils les appliquent significativement mieux, en évoquant le « bon sens » ( $p < 0,05$ ). En cas de douleur ou dyspnée, 91% des participants alertent leur médecin, 85% le préviennent en cas de palpitation, et 89% en cas de malaise.

### **Règle 4**

Les participants connaissent à 78% la règle 4, mais ils la mettent moins bien en application : 68% respectent dix minutes d'échauffement ( $p = 3,83^{E-5}$ ), et 65% font une récupération de dix minutes ( $p = 1,84^{E-7}$ ).

### **Règle 5**

65 % des sportifs interrogés connaissent les règles sur l'hydratation, et moins de la moitié (47%) respectent une hydratation correcte avant, pendant et après l'effort ( $p = 3,55^{E-12}$ )

### **Règle 6**

L'ensemble des participants connaissent mieux la règle 6 (67%) qu'ils ne l'appliquent. Seuls 52% évitent la pratique du sport si les températures extérieures sont inférieures à 5°C ( $p = 1,39^{E-6}$ ). 61 % l'évitent en cas de température dépassant les 30°C ( $p = 0,17$ ) et 57% évitent le sport en cas de pollution ( $p = 1,59^{E-3}$ ).

### **Règle 7**

Le nombre de fumeurs ou de personnes ayant fumées dans notre population est dénombré à partir de leurs réponses à la question 7 ( $n=80$ , 11%), les personnes ayant répondues non concernées par cette question sont considérées comme n'ayant jamais fumées ( $n=652$ , 89%) Parmi les (ex-)fumeurs de notre échantillon, 53% connaissent la règle 7 et 64% évitent de fumer 2h avant et après la pratique du sport, sans réelle différence significative ( $p = 0,13$ ).

### **Règle 8**

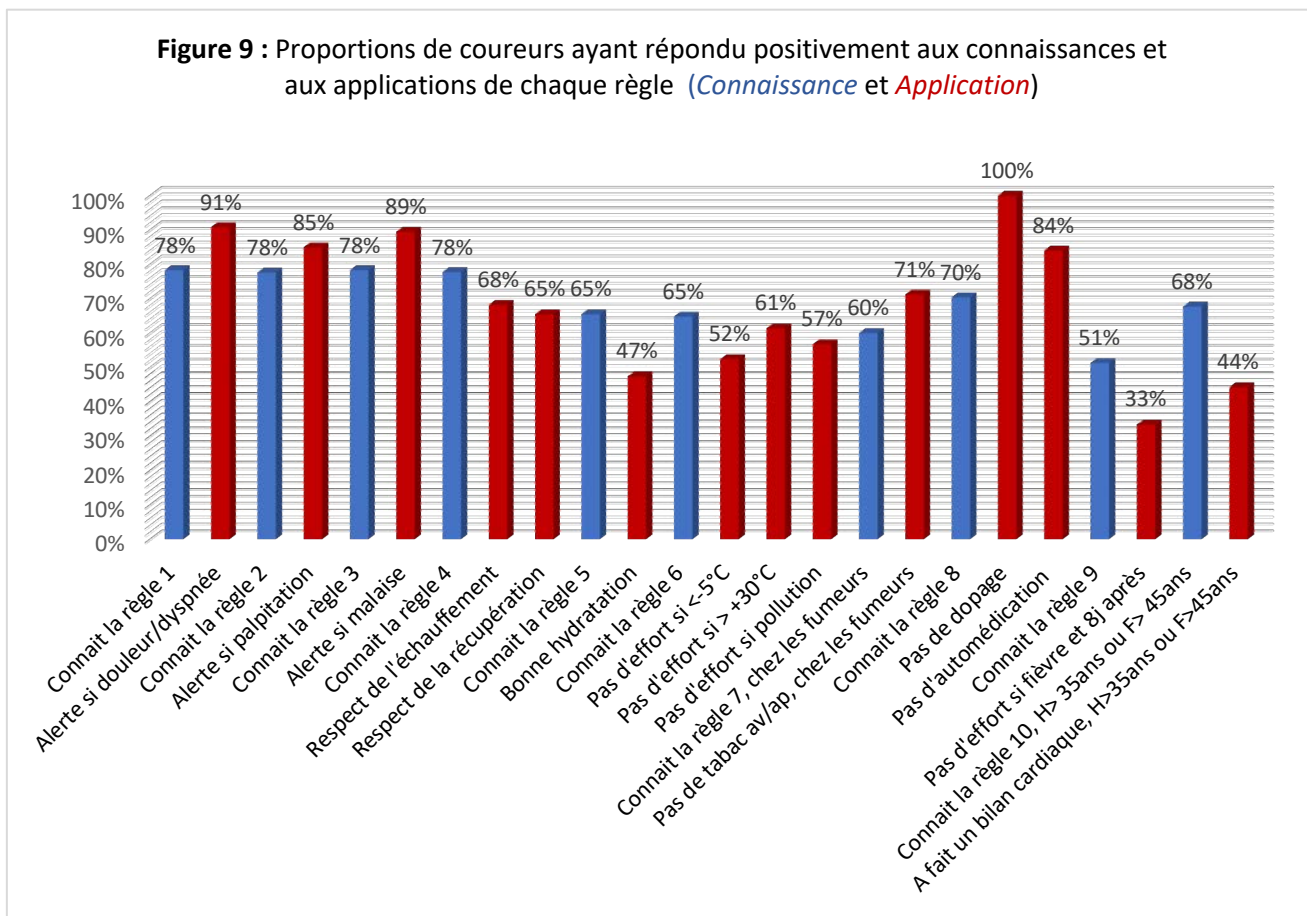
Les coureurs connaissent moins la règle 8 (70%) qu'ils ne l'appliquent. En effet, 100% des participants déclarent n'avoir jamais pris de substance dopante avant l'effort ( $p = 2,45^{E-57}$ ), et 84% évitent l'automédication ( $p = 4,75^{E-10}$ ).

### **Règle 9**

Dans notre échantillon, seule la moitié des participants connaît la règle n°9 et un tiers seulement évite le sport en présence de fièvre ou dans les 8 jours suivant l'épisode fébrile ( $p = 4,38^{E-12}$ ).

## Règle 10

La règle 10 ne concernait que les hommes âgés de plus de 35 ans et les femmes de plus de 45 ans, soit 73% de la population étudiée (n = 533). La règle 10 n'étant pas clairement définie dans son énoncé, nous avons demandé aux participants de préciser quel était leur bilan. Ainsi, 68% des coureurs concernés semblent avoir connaissance de la règle 10. 75% disent appliquer un bilan médical ( $p=6,66 \times 10^{-3}$ ), alors que seuls 44% ont réalisé un bilan qui correspondait aux recommandations ( $p=1,23 \times 10^{-14}$ )



### 3. Analyse en sous-groupes de la connaissance et l'application des 10 règles d'or

#### Règles 1-2-3

Les coureurs connaissent les trois premières règles dans des proportions équivalentes (78%), et on ne relève pas de différence significative entre les sexes, les âges, l'appartenance à un club, et le type de course. Toutefois, si seulement 78% connaissent ces règles, 90% des participants les appliquent, en évoquant le « bon sens ». Globalement, les participants alertent majoritairement leur médecin en cas de douleur thoracique ou dyspnée, et de malaise (90%), plutôt qu'en cas de palpitation (85%). Les participants signalant ces symptômes, sont significativement plus nombreux chez les coureurs plus âgés > 40ans (90% si douleur

thoracique, 94% si palpitation) que chez les plus jeunes < 40ans (85 % si douleur thoracique, 86% si palpitation, avec respectivement p à 0,0028 et 0,0041)

**Tableau 7 :** Application des règles 1-2-3 selon le sexe, l'âge, la licence, le type de course.

PROFIL PERSONNEL	J'alerte si douleur ou dyspnée	Valeur de p	J'alerte si palpitation	Valeur de p	J'alerte si malaise	Valeur de p
Total de « oui »	666	90%	623	85%	656	89%
<b>Sexe</b>						
Femmes	219	92% 0,45	206	87% 0,41	216	91% 0,44
Hommes	447	90%	417	84%	440	89%
<b>Age</b>						
18-39 ans	187	85% 0,0028	177	81% 0,0041	179	82% 0,000028
41-49 ans	213	92%	190	82%	211	91%
Plus de 50 ans	266	94%	256	90%	266	94%
<b>Licence</b>						
Licencié	258	94% 0,03	243	88% 0,04	247	90% 0,75
Loisirs (non licencié)	407	89%	379	83%	408	89%
<b>Type de course</b>						
11,5 km	196	89% 0,67	181	83% 0,51	201	92% 0,40
Semi-marathon	342	91%	322	86%	331	88%
Marathon	128	92%	120	86%	124	89%

#### Règle 4

Les participants connaissent à 78% la règle 4, mais ils la mettent moins bien en application : 68% respectent dix minutes d'échauffement, et 65% font une récupération de dix minutes. Le respect de l'échauffement est significativement meilleur chez les hommes (71% p=0,01). Chez les plus jeunes, l'échauffement est moins respecté (59%) que chez les plus âgés (75%, p= 0,00019). Il n'y a pas de différence significative quant à la connaissance de la règle 4 selon l'appartenance à un club, ou le type de course concouru. De même pour le respect de la récupération, selon l'appartenance à un club ou le type de course.

**Tableau 8 :** Connaissance et application de la règle 4 selon le sexe, l'âge, la licence, le type de course.

PROFIL PERSONNEL	Connaissance de la règle 4	Valeur de p	Respect d'un échauffement de 10min	Valeur de p	Respect d'une récupération de 10 min	Valeur de p
Total de « oui »	570	78%	500	68%	480	65%
<b>Sexe</b>						
Femmes	189	79% 0,46	147	62% 0,0093	151	63% 0,42
Hommes	381	77%	353	71%	329	66%
<b>Age</b>						
18-39 ans	158	72% 0,056	127	58% 0,0002	134	61% 0,42
40-50 ans	184	80%	160	69%	155	67%
Plus de 50 ans	228	81%	213	75%	191	67%
<b>Licence</b>						
Licencié	227	83% 0,02	206	75% 0,0021	180	65% 0,96
Loisirs (non licencié)	343	75%	293	64%	299	65%
<b>TYPE DE COURSE</b>						
11,5 km	178	81% 0,21	136	62% 0,064	136	62% 0,21
Semi-marathon	290	77%	264	70%	245	65%
Marathon	102	73%	100	72%	99	71%

## Règle 5

65 % des participants connaissent la règle sur l'hydratation, et moins de la moitié (47%) respectent une hydratation correcte avant, pendant et après l'effort ( $p=3,5^E-12$ ).

Il n'y a pas de différence significative de connaissance ou d'application entre les hommes et les femmes. Les jeunes de moins de 40 ans s'hydratent significativement moins bien (40%) et connaissent moins cette règle (58%), que les participants plus âgés ( $p<0,05$ ). En revanche, les licenciés connaissent mieux la règle sur l'hydratation (71% vs 62%  $p = 0,026$ ), et la mettent mieux en application (57% vs 41%  $p<0,000042$ ) que les non licenciés. Les coureurs du marathon respectent significativement une meilleure hydratation que les coureurs du 11,5 kms (54% vs 39%  $p=0,0068$ ), bien qu'ils connaissent la règle dans des proportions équivalentes aux coureurs du 11,5 kms.

**Tableau 9 :** Connaissance et application de la règle 5 selon le sexe, l'âge, la licence, le type de course.

PROFIL PERSONNEL	Connaissance de la règle 5	Valeur de p	Respect de l'hydratation avant, pendant et après l'effort	p-value
Total (p entre connaissance/application)	480	65%	348	47% $3,5^E-12$
<b>Sexe</b> (p-value entre homme et femme)				
Femmes	157	66%	123	52% $0,11$
Hommes	323	65%	225	45%
<b>Age</b>				
18-39 ans	126	58%	88	40% $0,017$
41-49 ans	153	66%	110	48%
Plus de 50 ans	201	71%	150	53%
<b>Licencié</b>				
Licencié	194	71%	157	57% $0,42^E-4$
Loisirs (non licencié)	286	62%	190	41%
<b>TYPE DE COURSE</b>				
11,5 km	138	63%	85	39% $0,0068$
Semi-marathon	252	67%	188	50%
Marathon	90	65%	75	54%

## Règle 6

L'ensemble des participants connaît mieux la règle 6 (67%) qu'il ne l'applique. Seuls 52% évitent la pratique du sport si les températures extérieures sont inférieures à 5°C, 61 % l'évitent en cas de température dépassant les 30°C, 57% évitent le sport en cas de pollution. Il n'y a pas de différence significative relative à la connaissance de la règle concernant le sexe, l'appartenance à un club, ou le type de course. Il n'a pas de différence significative entre les jeunes et les plus âgés, concernant l'application de la règle.

En revanche, les participants du 11,5km s'abstiennent de courir en température froide (62%), à la différence des semi-marathoniens (49%) et marathoniens (46%)  $p=0,0038$ . De plus, les non licenciés évitent le sport quand il fait -5°C (58%) par rapport aux licenciés (43%)  $p=0,46^E-4$ .

Concernant les températures extrêmement chaudes (> 30°C), les participants évitant de pratiquer du sport sont majoritairement les femmes (71% p=0,00011), les non licenciés (p=0,0014), les participants au 11,5km (70% p=0,22<sup>E-3</sup>).

Les participants évitant la pratique du sport en cas de pic de pollution sont majoritairement des femmes (65% p=0,0015), et ceux participant au 11,5km (64% p=0,033)

**Tableau 10.** Connaissance e application de la règle 6 selon le sexe, l'âge, la licence, le type de course

PROFIL PERSONNEL	Connaissance de la règle 6	Valeur de p	J'évite l'effort si T ext < -5 °C	Valeur de p	J'évite l'effort si T ext > 30 °C	p	J'évite l'effort si pic de pollution	(p)				
Total	475	67%	384	52%	450	61%	416	57%				
Sexe												
Femmes	159	67%	0,43	135	57%	0,10	170	71%	0,0001	155	65%	0,0015
Hommes	316	64%		249	50%		280	57%		261	53%	
Age												
18-39 ans	125	57%	0,014	118	54%	0,64	137	63%	0,91	122	56%	0,44
41-49 ans	154	67%		124	54%		140	61%		139	60%	
Plus de 50 ans	196	69%		142	50%		173	61%		155	55%	
Licencié	184	67%	0,35	117	43%	0,46 <sup>E-4</sup>	148	54%	0,0014	159	58%	0,61
Loisirs (non licencié)	291	64%		266	58%		301	66%		256	56%	
11,5 km	148	68%	0,52	135	62%	0,0038	153	70%	0,22 <sup>E-3</sup>	140	64%	0,033
Semi-marathon	241	64%		185	49%		230	61%		204	54%	
Marathon	86	62%		64	46%		67	48%		72	52%	

### Règle 7

Le nombre de fumeurs ou de personnes ayant fumées dans notre population est dénombrée à partir de leurs réponses à la question 7 (n=80, 11%). Du fait, du faible nombre de fumeurs dans notre échantillon, les résultats de comparaison entre la connaissance et l'application de la règle 7 ne sont pas statistiquement significatifs. Ils ne pourront pas être exploités dans notre étude.

### Règle 8

Sur le total des participants, les coureurs connaissent moins la règle 8 (70%) qu'ils ne l'appliquent. En effet, 100% des participants déclarent n'avoir jamais pris de substances dopantes avant l'effort, et 84% évitent l'automédication. Ces proportions observées sont identiques quels que soient le sexe, l'âge, l'appartenance à un club, la distance concourue ; sans différence significative.

### Règle 9

Dans notre échantillon, la moitié des participants connaît la règle n°9 et un tiers seulement évite le sport en cas de fièvre ou dans les 8 jours qui suivent l'épisode fébrile.

Les coureurs connaissent dans les mêmes proportions cette règle, quels que soient le sexe, le niveau de pratique et le type de course. Les plus âgés (59%) savent mieux qu'il faut éviter de faire du sport en contexte de fièvre que les plus jeunes (40%)  $p=0,00011$ .

Bien que certains connaissent mieux la règle, les participants appliquent dans les mêmes proportions cette règle, quels que soient le sexe, l'âge, et la course. Les licenciés appliquent significativement plus la règle (40%) que les non licenciés (30%)  $p=0,01$ .

**Tableau 11 :** Connaissance et application de la règle 9 selon le sexe, l'âge, la licence, le type de course

PROFIL PERSONNES	Connaissance de la règle 9		<i>Valeur de p</i>	J'évite l'effort pendant la fièvre et après		<i>Valeur de p</i>
Total	316	51%		245	33%	
Sexe						
Femmes	134	56%	0,06	72	30%	0,21
Hommes	242	49%		173	35%	
Age						
18-39 ans	88	40%	0,11 <sup>E-3</sup>	75	34%	0,86
41-49 ans	120	52%		74	32%	
Plus de 50 ans	168	59%		96	34%	
Licencié						
Licencié	155	56%	0,03	109	40%	0,01
Loisirs (non licencié)	221	48%		136	30%	
Type de course						
11,5 km	113	52%	0,82	64	29%	0,26
Semi-marathon	195	52%		130	35%	
Marathon	68	49%		51	37%	

### **Règle 10**

La règle 10 ne concernait que les hommes âgés de plus de 35 ans et les femmes de plus de 45 ans, soit 73% de la population étudiée ( $n = 533$ ). La règle 10 n'étant pas clairement définie dans son énoncé, nous avons demandé aux participants de préciser quel était leur bilan. Ainsi, 68% des coureurs concernés semblent avoir connaissance de la règle 10, 75% disent appliquer un bilan médical, alors que seul 44% ont réalisé un bilan qui correspondait aux recommandations ( $p=1,23^E-14$ ). Les coureurs occasionnels ou reprenant l'activité sont définis à partir de la question sur leur pratique (tableau 1), et correspondent aux personnes courant depuis moins d'un 1 an, avec moins d'une sortie par semaine, ou moins de 8 kms par semaine.

Les coureurs réguliers vétérans (hommes  $\geq 40$ ans ou femmes  $\geq 50$ ans) connaissent significativement mieux la règle (70%) que les coureurs occasionnels ou les coureurs réguliers plus jeunes ( $p=0,0045$ ), notamment les hommes entre 35-40ans (50%),  $p=0,027$ . Pour l'application réelle du bilan ( $p=0,0054$ ), un tiers des coureurs de moins de 40ans et les sportifs occasionnels ou reprenant l'activité physique, a respecté la recommandation de réaliser une épreuve d'effort.

Parmi les coureurs réguliers entre 35 et 40 ans, 41% déclarent avoir effectué une simple consultation médicale, 26 % disent n'avoir fait aucun bilan. Seuls 13% avaient fait un ECG comme recommandé, et 20% avaient réalisé l'ECG avec une épreuve d'effort. Dans des proportions similaires, parmi les femmes entre 45 et 50ans, 31% déclarent n'avoir fait qu'une simple consultation, 36% aucun bilan. 7% de ces femmes ont réalisé l'ECG recommandé et 25% l'ECG associé à l'épreuve d'effort.

Un peu moins de la moitié des coureurs réguliers de plus de 40ans (48%) et de coureuses de plus de 50ans (45%) a réalisé l'épreuve d'effort selon les recommandations, sans différence significative entre hommes et femmes ( $p = 0,71$ ) La règle 10 ne concernait que les hommes âgés de plus de 35 ans et les femmes de plus de 45 ans, soit 73% de la population étudiée ( $n = 533$ ). La règle 10 n'étant pas clairement définie dans son énoncé, nous avons demandé aux participants de préciser quel était leur bilan. Ainsi, 68% des coureurs concernés semblent avoir connaissance de la règle 10, 75% disent appliquer un bilan médical, alors que seulement 44% ont réalisé un bilan qui correspondait aux recommandations ( $p=1,23^E-14$ ).

Parmi les participants concernés par la règle 10 ( $n=533$ ) et qui ont déclaré la connaître ( $n=361$ ), 38 % ( $n=139$ ) avaient réalisé une simple consultation ou aucun bilan.

**Tableau 12 :** Connaissance et application de la règle 10 selon le sexe, l'âge et la pratique.

PROFILS du COUREUR	Total concerné par la règle n°10(=533)	Coureur régulier				Occasionnel H ≥ 35 ans ou F ≥ 45ans (n=23)	P-value entre vétéran /jeune ou occasionnel
		Hommes ≥40 ans (n=343)	Hommes 35 - 39 ans (n=46)	Femmes ≥ 50ans (n=77)	Femmes 35 - 49 ans (n=44)		
Connaissance de la règle 10 (dit la connaître)	361 68%	240 70%	23 50%	57 74%	28 64%	13 57%	0,0045
Dit appliquer un bilan cardiaque	401 75%	270 79%	33 72%	57 74%	27 61%	14 61%	0,00068
A réalisé réellement le bilan recommandé	236 44%	164 48%	15 33%	35 45%	14 32%	8 35%	0,0054
p-value entre connaissance /application réelle	1,23 <sup>E</sup> -14	3,7 <sup>E</sup> -9	0,090	3,00 <sup>E</sup> -3	2,80 <sup>E</sup> -3	0,138	

**Tableau 13 :** Connaissance et application de la règle 10 selon le sexe, l'âge et la pratique.

PROFILS du COUREUR	Total concerné par la règle n°10(=533)	Coureur régulier				Occasionnel H ≥ 35 ans ou F ≥ 45ans (n=23)
		Hommes ≥40 ans (n=343)	Hommes 35 - 39 ans (n=46)	Femmes ≥ 50ans (n=77)	Femmes 35 - 49 ans (n=44)	
<b>BILAN</b>						
Ep Effort + csl+ ECG	227	164 48%	9 20%	35 45%	11 25%	8 35%
ECG+ consultation	50	33 10%	6 13%	7 9%	3 7%	1 4%
Consultation simple	124	71 21%	19 41%	14 18%	14 32%	6 26%
Aucun bilan	132	75 22%	12 26%	21 27%	16 36	8 35%



## V. LIMITES ET BIAIS

### *Limites et Biais*

Cette étude porte sur une population spécifique à savoir les participants à la course de 11,5 kilomètres, au semi-marathon, et au marathon du Cognac, uniquement. L'étude comportait un biais de sélection avec la population, car les hommes et les femmes qui ont accepté de remplir le questionnaire n'étaient pas exactement représentatifs de la population française qui pratique la course à pied. Le recueil des données a été effectué exclusivement auprès des coureurs venus retirer leur dossard la veille de la course. Les coureurs inscrits le jour J et ceux pour lesquels un proche est venu retirer le dossard n'ont pas été inclus dans l'étude, représentant aussi un biais de sélection.

Les coureurs ont répondu eux-mêmes au questionnaire. Certaines questions ont pu être mal comprises ou mal interprétées malgré l'aide de plusieurs enquêteurs. Une lecture rapide et inattentive pouvait parfois inverser le sens de la question. Par exemple, pour la question « arrêtez-vous de fumer avant sport » certains coureurs répondaient « non », en voulant dire « non, je ne fume pas pendant le sport ». Pour les coureurs qui ont rempli le questionnaire, un biais de déclaration était possible. D'autre part, la peur de ne pouvoir participer à la course ou du jugement des enquêteurs du fait de certaines réponses a pu influencer le remplissage des items, notamment la question sur le dopage. L'absence totale de dopage sous quelques formes que ce soient, par les coureurs est une bonne chose, mais nous permet de douter de l'exhaustivité et de l'honnêteté des réponses.

Certaines questions demandaient un rappel des faits qui n'ont peut-être pas marqué les coureurs constituant un biais de mémoire, notamment pour la question sur le bilan médical réalisé. A propos de cette question sur la réalisation du bilan médical, une question ouverte complémentaire était demandée pour préciser quelle était la nature du bilan. Cela nous a permis de mettre évidence des fausses croyances et donc un biais de déclaration. En effet, beaucoup de coureurs disaient avoir fait un bilan médical alors qu'il ne correspondaient pas aux recommandations officielles. Certains d'entre eux argumentaient en nous disant que leur médecin ne leur avait pas proposé la réalisation d'une épreuve effort.

Malgré la relecture systématique des questionnaires, un seul opérateur a saisi et intégré les données des 733 questionnaires. Ce biais de retranscription des données a été limité ensuite par un deuxième opérateur réalisant les statistiques. Celui-ci contrôlait secondairement les données saisies, avant de les analyser.

Concernant, l'interprétation de nos données, un biais de confusion est possible. En effet, aucune étude n'a jamais validé officiellement ces « 10 règles » pour réduire le risque de mort subite cardiaque et les éléments sélectionnés ne constituent probablement pas une liste exhaustive. Il est bien connu que la mort subite cardiaque est un événement multifactoriel impliquant une anomalie cardiaque majeure, associée brutalement une accélération des besoins cardiaques induite par l'exercice et un environnement propice tel que la déshydratation, les conditions climatiques extrêmes, une fièvre d'origine infectieuse, le tabagisme, et le dopage. Il peut donc exister des facteurs confondants dans l'interprétation de nos données.

### ***Forces***

Une des forces de ce travail est d'aborder une thématique sur la prévention primaire cardiaque du sportif, pouvant être réalisée en cabinet de médecine générale, notamment lors de la délivrance du certificat d'absence de contre-indications à la pratique d'un sport. De nombreuses études discutent des examens complémentaires de dépistage des lésions cardiovasculaires (ECG, épreuve d'effort), alors que peu d'études portent sur les conseils de prévention données avant une activité sportive.

Le large échantillon étudié est représentatif d'une population de soins premiers en médecine générale. Le format des courses sélectionnées pour notre étude permettait de comparer les différents pratiques. Le sportif amateur en « bonne santé » consultant pour la délivrance d'un certificat d'absence de contre-indications en compétition est une situation fréquente en médecine générale. D'autant plus que la promotion de l'activité physique se voit renforcée par le corps médical et le pouvoir public, pour ses bénéfices thérapeutiques. La réforme récente par la loi santé 2016, opte pour le renouvellement des certificats d'absence de contre-indication du sport tous les 3 ans. L'enjeu de cette consultation est donc devenu majeur.

Cette enquête a été menée après validation du questionnaire par une commission d'éthique indépendante du Département Universitaire de Médecine Générale de la faculté de médecine de Toulouse. L'échantillon de population recueilli pour ce travail a été important (n=733) permettant de dégager des résultats statistiquement significatifs. Le taux de réponse élevé témoigne de l'intérêt des coureurs de loisir pour ce travail innovant.

## VI. DISCUSSION

### 1. Objectif principal : la connaissance du terme « 10 règles d'or »

Il s'agit d'un travail, dont l'objectif principal vise à tester les connaissances des coureurs sur le risque d'événements cardiaques liés au sport. La réponse à notre problématique est « non ». En effet, notre étude montre que le terme "les 10 règles d'or" n'est connu que par une minorité de participants. Seuls 13% des coureurs de notre échantillon avaient entendu parler des « 10 règles d'or ». Dans une autre étude récente de 2015, concernant des joueurs de rugby amateurs français de la région de Bourgogne, seuls quelques-uns étaient au courant de la campagne d'information sur la prévention cardiovasculaire (17%)(155)

Les participants ont été majoritairement informés par un professionnel de santé (46%), dont 27% par leur médecin généraliste, 17% par un cardiologue, et 3% par les deux. Il en ressort que le médecin traitant est au cœur de la stratégie de prévention des risques cardiovasculaires au cours du sport ; et notamment lors de la consultation du CACI (certificat d'absence de contre-indications)

Ensuite, l'information sur les règles d'or était délivrée pour 19% par les clubs de sport. La recherche narrative (partie I.3) a montré que neuf fédérations françaises (FF) sportives évoquent les 10 règles d'or : FF golf(12), FFST sport de traineau(13), FF volleyball(14), FF tir à l'arc(15), FF Basket(16), FFCT cyclotourisme(17), FF cyclisme(18), FFCV char voile(19), FF AAA art martiaux(20), FFME montagne escalade. Pour la FFME, les « 10 règles d'or » sont incluses dans le certificat médical de non contre-indications de la pratique. Les sportifs sont donc sensibilisés aux règles au moment de l'obtention de leur licence(21). En revanche, ces règles ne sont pas diffusées par des fédérations sportives comme le football, le rugby, le handball, qui pourtant sont les disciplines qui réunissent le plus grand nombre de licenciés. On peut également citer une cinquantaine de clubs de sports régionaux qui mentionnent l'importance des 10 règles d'or sur leurs sites web (cf partie I.3)

Par ailleurs, ce terme « 10 règles d'or » n'est pas toujours employé pour sensibiliser les sportifs à la prévention des risques de mort subite au cours du sport. Tandis que la fédération française de cardiologie utilise le nom de « 10 règles d'or » (154), le Ministère des Sport et Santé Publique France (ancien INPES)(156) emploie le terme de « 10 réflexes en or ». Certaines fédérations de sport comme le volley(14) et les sport de traineau(13) reprennent

cette dénomination des « 10 réflexes en or ». Cela nous fait réfléchir à un problème de sémantique. Est-ce ce terme ou les règles d'or qui ne sont pas connus ? Manifestement, il s'agit du terme car les règles sont connues (entre 51% et 78%) et souvent appliquées (entre 33% et 100%).

On peut donc répondre à l'objectif principal par « non » : le terme « 10 règles d'or » est insuffisamment connu par les coureurs de notre étude (13%). Mais en approfondissant règle par règle, la réponse serait « oui » : ces règles de bonnes pratiques sont connues par une majorité de sportifs. Le taux de règles connu, en évoquant le « bon sens », va de 51% pour la règle 9 sur la fièvre, jusqu'à 78% pour les règles 1-2-3 et 4 sur les douleurs thoracique, palpitations, malaises et l'échauffement (*Tableau 6*). Les règles 5 et 6 sur l'hydratation et la fièvre sont connues à 65%. 60% des fumeurs de notre échantillon connaissent la règle 7. 70% étaient avertis de la règle 8 sur l'automédication et le dopage. 68% des participants disent connaître le bilan médical. Mais, après leur avoir demandé de préciser le contenu de leur bilan, il s'avère qu'environ moitié d'entre eux méconnaissaient le bilan cardiaque recommandé par les sociétés savantes. Ils pensaient donc à tort connaître cette règle 10. Comparativement, une enquête menée auprès de 3 590 sportifs réguliers répartis dans 6 centres de médecine sportive en France en 2015(157), montrait que la nécessité de signaler les palpitations, les vertiges et les douleurs thoraciques liées à l'exercice était connue à 82%, 93% et 89%, respectivement. Les risques de dopage, d'échauffement ou d'hydratation adéquate étaient connus à 78%, 98% et 97%, respectivement. Seuls 33%, 53% et 68% connaissaient les risques de l'entraînement avec de la fièvre, exerçant à basse ou haute température, respectivement. Enfin, 83% connaissaient le danger de fumer avant et juste après l'exercice.

En définitif, notre travail ainsi que d'autres études françaises, montrent que la sensibilisation et l'éducation des sportifs sur les risques d'accident cardiaques devant les douleurs thoraciques, palpitations, les malaises, le dopage, l'échauffement, le tabac sont majoritairement connus. A l'inverse, l'éviction du sport après une fièvre et lors les conditions climatiques extrêmes sont des règles moins connues.

## 2. Objectif secondaire : l'application des 10 règles d'or

### Règle 1-2-3 : Les douleurs thoraciques, palpitation et malaise

L'objectif secondaire est atteint pour ces trois règles. Il est bien connu qu'au-delà de 35 ans, la principale cause de mort subite liée au sport est l'athérosclérose des artères coronaires, avec une rupture ou une érosion d'un athérome(7). Ainsi, on constate que les signes d'alerte donnés par les règles 1-2-3, malaise dyspnée ou palpitation, sont majoritairement connus et encore mieux appliqués par l'ensemble des coureurs de la population étudiée (*tableau 6*), quels que soient le sexe, l'âge ou le type de course (*tableau 7*). Le test d'effort est un bon outil diagnostique pour dépister l'athérosclérose. Malheureusement, seuls 10% des morts subites des jeunes sportifs de moins de 35 ans sont causés par une athérosclérose précoce(4) et le test d'effort a donc une faible spécificité.

Dans notre enquête, les participants signalant ces symptômes, sont significativement plus nombreux chez les coureurs plus âgés > 40ans (90% en cas douleur thoracique, 94% en cas palpitation) que chez les plus jeunes < 40ans (85 % en cas douleur thoracique, 86% en cas palpitation, avec respectivement p à 0,0028 et 0,0041)(*tableau 7*). De même, dans l'étude muti-centrique française de 2015(157), l'importance de signaler les prodromes cardiaques était augmenté avec l'âge. Pour les groupes < 20 ans, 20-40 ans et > 40 ans, les sportifs signalaient respectivement : les palpitations (79% contre 84% contre 89%, P < 0,001), des vertiges (90% contre 95% contre 97%, P < 0,001) et une douleur thoracique (80% vs 94% vs 98%, p < 0,001).

Il est donc prudent que les sportifs connaissent la nature des symptômes prodromaux cardiaques et la nécessité de consulter rapidement un médecin, dès leur plus jeune âge.

### Règle 4 : l'échauffement et la récupération

L'objectif secondaire est atteint pour la règle 4, plus des deux tiers des participants l'appliquaient significativement (*tableau 6*). L'importance de l'échauffement est correctement connue et bien ancrée dans les pratiques en raison surtout de ses qualités d'amélioration de la performance et de prévention des blessures. Ce travail aérobie permet également une activation cardio-respiratoire et musculaire (42)(44). Dans notre enquête, chez les plus jeunes, l'échauffement est significativement moins respecté (59%) que chez les plus âgés (75%, p= 0,00019) (*tableau 8*). Il serait donc important de rappeler cette règle dès le plus jeune âge, lors des cours scolaires d'éducation physique par exemple ou lors des entraînements en club de sport.

## Règle 5 : l'hydratation

L'objectif secondaire n'est pas atteint pour la règle 5. Moins de la moitié de la population étudiée, avait une hydratation adaptée et seul les deux tiers étaient correctement informés de la nécessité d'une bonne hydratation avant, pendant et après l'effort. Les jeunes de moins de 40ans s'hydrataient significativement moins bien (40%) et connaissaient moins cette règle (58%), que les participants plus âgés ( $p < 0,05$ ). De même, l'hydratation est moins respectée par les non-licenciés (62%) en comparaison aux licenciés (71%), et aux coureurs de petite distance (39%) par rapport aux marathonniens (54%) (*tableau 9*). Comme nous l'avons vu en première partie, lors d'exercices prolongés, du fait de l'augmentation de la viscosité sanguine et de l'altération du débit sanguin, la déshydratation augmente le risque d'accident cardiovasculaire (troubles du rythme, thrombus intra-coronaire). Elle peut être associée à un infarctus du myocarde, même chez les jeunes(65). Dans l'étude multi-centrique française menée en 2015, 97% savaient l'importance d'une hydratation régulière pendant l'effort. La question n'est pas posée avant et après le sport(157). De manière qualitative, l'équipe qui aidait à remplir le questionnaire rapporte que la plupart des coureurs interrogés s'hydrataient correctement en compétition pendant et après la course. Ils avouaient que lors de l'entraînement la boisson était souvent oubliée. La plupart ne pensaient pas non plus à s'hydrater avant l'effort.

Bon nombre de sportifs sont déshydratés avant même de débiter leur séance. Par conséquent, boire tout au long de la journée est essentiel (au moins 1,5 litre d'eau par jour en complément de l'eau apporté par l'alimentation). Pour garantir une hydratation optimale avant l'activité physique, un athlète doit être attentif aux signaux individuels, tels que la soif, le poids corporel, la couleur de l'urine et la fréquence des mictions(158). Pendant l'exercice, il est recommandé de boire le plus régulièrement possible en petites fractions de 100 à 200 ml toutes les 15 à 20 min ou une ou deux gorgées toutes les dix minutes à partir de 20 minutes d'effort(158)(159). Cette précaution permettra une bonne vidange gastrique en évitant une surcharge. De même, l'ingestion d'un complément alimentaire de type barre énergétique ou gel doit s'accompagner de la prise d'eau claire. Il est conseillé d'ajouter des électrolytes, notamment du sodium (500-700 mg/L)(160)et du potassium (120-225 mg/L) pour compenser les pertes liées à la sueur, lors d'effort long. A la récupération, la réhydratation par des boissons alcalines bicarbonatées sodées faciliterait l'élimination de composés acides produits à l'exercice tels que l'acide lactique. La quantité d'eau à absorber sur une courte période de récupération avoisine 1,5 fois le poids perdu pendant l'effort. La stratégie hydrique doit se mettre en place dans les 30 minutes qui suivent l'effort. (161).

Par ailleurs, les cardiologues du sport précisent que la prise d'eau doit être fractionnée à 3 ou 4 gorgées. La boisson doit donc être limitée à de petites quantités pour éviter une surhydratation(69), avec un risque associé d'hyponatrémie(70). Les facteurs pré-disposants liés au développement d'une hyponatrémie au cours d'un effort long incluent une prise de poids importante, un temps de course supérieur à 4 h, le sexe féminin et un faible indice de masse corporelle(71)(72). Il sera donc important de sensibiliser ces populations à risques cette règle

## **Règle 6 : Condition climatique extrême et pollution**

### ***Les fortes chaleurs***

L'objectif secondaire n'est pas atteint pour la règle 6b. Un tiers des participants avouent courir dans des conditions climatiques supérieures à 30°C (*tableau 6*). Or, nous l'avons vu, les environnements chauds sont associés à un stress cardiaque provoquant une augmentation de la fréquence cardiaque, de la consommation d'oxygène et la glycolyse. Cela induit ensuite une baisse de débit cardiaque et de pression artérielle, de même que de la performance physique(62). Le principal défi cardiovasculaire lors de l'exercice par la chaleur consiste à fournir un débit cardiaque suffisant pour perfuser correctement le muscle squelettique afin de soutenir le métabolisme, tout en perfusant simultanément la peau pour favoriser la perte de chaleur. Dans une atmosphère chaude (>30° C), ces mécanismes peuvent être dépassés, exposant l'organisme au coup de chaleur(74). Les participants de notre étude qui évitaient de pratiquer du sport à > 30°C étaient majoritairement les femmes (71%), les non licenciés, les participants au 11,5km (70%) (*tableau 10*). Dans l'étude multicentrique française de 2015(157), la charge d'entraînement < 9 heures par semaine a été associée à une meilleure compréhension du risque des températures élevées (73% contre 66%,  $p < 0,001$ ). Donc, le non-respect de cette règle concerne plutôt des hommes, appartenant à un club, coureurs entraînés et parcourant des courses longues.

Les recherches, mettent en évidence que les troubles généraux provoqués par la chaleur vont exposer deux catégories de personnes en particulier : les personnes présentant une affection préexistante (diabète, cardiopathies chroniques, malnutrition, obésité, alcoolisme), et les sujets jeunes, en bonne santé, ayant un faible niveau d'entraînement physique, non acclimatés à la chaleur qui s'exposent à une contrainte thermique excessive et/ou à une activité physique intense et prolongée. La prévention du coup de chaleur passe par une acclimatation progressive. Au vu de nos résultats, il est possible que les licenciés, et les coureurs s'entraînant pour les distances plus longues aient un entraînement leur permettant d'avoir une acclimatation progressive. Il serait intéressant que la règle 6 soit plus précise, avec la notion de population plus à risques et d'acclimatation à la chaleur. Ces précisions

pourraient être également apportées par le médecin généraliste lors du CACI ou par les clubs de sport.

### ***Les environnements froids***

L'objectif secondaire n'est pas atteint pour la règle 6a. Seule la moitié de la population étudiée évitent la pratique du sport lors d'exposition à de basses températures ( $< 5^{\circ}\text{C}$ ), bien qu'ils soient 67% à déclarer la connaître (*tableau 4*). Une telle exposition augmente les besoins en oxygène du cœur, augmente la pression artérielle moyenne ainsi que les résistances vasculaires périphériques. Le froid abaisse le seuil ischémique chez les patients atteints de coronaropathie connue(83) et peut masquer les symptômes habituels d'angor, entraînant un risque accru d'infarctus du myocarde. De plus, l'exposition au froid peut provoquer une hyper-réactivité des voies respiratoires(80). Dans toutes les circonstances, un exercice d'échauffement est recommandé pour améliorer le flux sanguin coronaire et répondre aux exigences physiologiques accrues du temps froid. Les populations respectant la règle étaient surtout les personnes courant le 11,5km et les non licenciés(*tableau 10*). De même, que pour les conditions chaudes, faire du sport en condition froide nécessite une bonne acclimatation. Lors de la consultation du CACI, la règle devrait particulièrement cibler la population à risque concernée.

### ***La pollution***

L'objectif secondaire est atteint pour la règle 6c concernant l'arrêt du sport en cas de pollution. Les participants évitant la pratique du sport en cas de pic de pollution sont majoritairement des femmes (65%  $p=0,0015$ ) et ceux participant au 11,5km (64%  $p=0,033$ ). Comme nous l'avons vu, il est nécessaire d'informer les sportifs du risque d'exposition à la pollution de l'air par les moteurs diesel qui est associé à un stress oxydatif, une inflammation, une dysfonction endothéliale. De plus, elle favorise les facteurs thrombotiques pouvant conduire à une hypertension artérielle, un infarctus du myocarde et une arythmie ventriculaire(88)(89)(87). Néanmoins, il faut modérer les conclusions de cette analyse, confrontée au biais de sélection. La population étudiée étant en zone rurale, l'impact de la pollution par les moteurs de voiture est réduit.

Il ne faut pas dissuader les professionnels de santé d'encourager les gens à faire de l'exercice, car des études épidémiologiques indiquent que les bénéfices d'un exercice régulier dépassent les risques potentiels. Toutefois, étant donné les preuves établissant un lien entre la pollution de l'air et les maladies, ainsi que la possibilité que l'exercice à proximité du trafic routier puisse intensifier les effets nocifs, il est recommandé d'éviter ou de réduire au minimum



l'exposition aux contaminants en suspension dans l'air. Par conséquent, il faut recommander aux patients qui entreprennent un programme d'exercices de faire des exercices en plein air dans des parcs et des zones de loisirs, loin des routes et des sites industriels achalandés. Dans les grandes villes où les concentrations de particules dans l'atmosphère ambiante dépassent régulièrement les normes nationales de sécurité de l'air, il peut être utile de limiter les séances d'exercices aux heures de la journée pendant lesquelles la pollution de l'air risque d'être moins concentrée (heures du matin). Il est important de noter que certaines populations peuvent être particulièrement sensibles à la pollution de l'air (enfants, personnes âgées, diabétiques ou atteintes d'une maladie cardiaque ou pulmonaire existante) et il convient de veiller à leur offrir des conseils (*tableau 14*) et une surveillance particulière.

Tableau 14 : Recommandation du Haut conseil de la santé publique(84)

Conseils sanitaires en lien avec les niveaux de particules

Niveau de PM	Valeur	Messages sanitaires pour les groupes à risque et la population générale	
		Population sensible*	Population générale
Faible	PM <sub>10</sub> : inférieur à 50 µg/m <sup>3</sup> et PM <sub>2,5</sub> : inférieur à 30 µg/m <sup>3</sup>	Profitez de vos activités habituelles.	Profitez de vos activités habituelles.
Modéré	PM <sub>10</sub> : 50-80 µg/m <sup>3</sup> et/ou PM <sub>2,5</sub> : 30-50 µg/m <sup>3</sup>	Les adultes et les enfants avec des problèmes cardiaques ou pulmonaires qui manifestent des symptômes, devraient envisager de réduire les activités physiques et sportives intenses.	Profitez de vos activités habituelles.
Élevé	PM <sub>10</sub> : supérieur à 80 µg/m <sup>3</sup> et/ou PM <sub>2,5</sub> : supérieur à 50 µg/m <sup>3</sup>	Les adultes et les enfants avec des problèmes cardiaques ou pulmonaires et les personnes âgées devraient réduire voire éviter les activités physiques et sportives intenses. Les personnes asthmatiques peuvent ressentir le besoin d'utiliser leur médicament inhalé plus fréquemment. Veillez cependant à respecter les recommandations du médecin.	Réduire les activités physiques intensives et les efforts physiques si des symptômes comme la toux, les sifflements, la dyspnée ou des maux de gorge sont ressentis.

\*Les personnes, adultes ou enfants, avec des problèmes pulmonaires et cardiaques chroniques sont plus à risque de symptômes en lien avec la pollution atmosphérique. Les enfants en bas âges et les personnes de grand âge sont également plus vulnérables en moyenne.

### Règle 7 : Tabac

La règle 7 sur le tabac ne sera pas commentée en raison des résultats statistiquement non significatifs. Ceci est consécutif à un faible pourcentage de fumeurs dans notre population (11% n=80).

## **Règle 8 : Dopage et Automédication**

L'objectif secondaire est atteint pour la règle 8, mais l'application de la règle étant meilleure que la connaissance, un biais de déclaration peut être suspecté.

### ***Dopage***

La plupart des coureurs de l'étude connaissent la règle 8 (70%), et tous les participants déclarent n'avoir jamais pris de substance dopante avant l'effort (*tableau 6*). L'absence totale de dopage sous quelques formes que ce soient, par les coureurs est une bonne chose, mais nous permet de douter de l'exhaustivité et de l'honnêteté des réponses. D'une part, la peur de ne pouvoir participer à la course ou du jugement des enquêteurs du fait de certaines réponses a pu influencer le remplissage de cet item. D'autre part, il est possible que des coureurs ne connaissent pas le caractère dopant de certains médicaments et leurs potentiels délétères pour le cœur. Par exemple, l'abus de stéroïdes androgènes-anabolisants (corticoïde) entraîne une fibrose ventriculaire gauche anormale et une hypertrophie avec un risque élevé d'arythmie ventriculaire, les diurétiques (furosémide) augmentent le risque d'arythmie, les Béta2agonistes (ventoline) augmentent de tachycardie auriculaire et / ou ventriculaire(126)

### ***Automédication***

De la même manière que pour le dopage, un biais de déclaration peut être suspecté, car 84% des participants disaient éviter l'automédication, alors qu'un plus petit nombre (70%) disaient connaître la règle (*tableau 6*). Plusieurs études ont mis en évidence une automédication très importante chez les sportifs pratiquant un sport d'équipe, évoluant par tournois comme le football ou le rugby, et ce, quel que soit le niveau de pratique (professionnel ou amateur). Les sportifs prennent fréquemment des AINS (ibuprofène, aspirine ...) dans le but de diminuer une douleur, et parfois de prévenir la survenue de courbatures. Or, non seulement ils ne diminuent pas les courbatures(121) et n'améliorent pas les performances en course(122) mais ils s'exposent à des complications pouvant être sévères. Un travail de prévention et d'information sur les risques liés à la prise médicamenteuse devrait donc se faire en amont des compétitions et des entraînements, afin de favoriser l'adhésion des sportifs, et éviter une prise « cachée » de médicaments potentiellement néfaste.

## Règle 9 : La fièvre

L'objectif secondaire n'est pas atteint pour la règle 9. La moitié des participants (51%) étaient conscients du risque de faire de l'exercice en cas de fièvre et dans les 8 jours suivant. Seulement 33% évitaient le sport dans ces conditions (*tableau 6*). On remarque que les sportifs plus âgés (59%) étaient plus informés du danger de la fièvre au cours de leur pratique. Mais bien qu'ils la connaissaient, tous les groupes appliquaient faiblement la consigne (33%). Seuls les sportifs appartenant à un club respectaient un peu mieux l'éviction du sport dans ces conditions (40%) (*tableau 11*). Comparativement, une étude menée sur des joueurs de rugby amateur en 2015 rapportait que jouer au rugby avec fièvre était fréquent à 44% et était encore plus fréquent chez les jeunes femmes (55%)(155). L'enquête multicentrique menée en France en 2015 montrait que seuls 33% connaissaient les risques de l'entraînement avec de la fièvre et les jours suivants. De façon similaire, la population plus âgée était mieux informée du risque par rapport aux plus jeunes (46% pour les >40ans, contre 35% pour les 20-40ans, contre 28% pour les 20ans)(157). De plus, la charge d'entraînement plus faible par semaine était associée à une meilleure compréhension du risque de la fièvre (39% contre 33%,  $P < 0,05$ ). Il existe par ailleurs de nombreuses fausses croyances quant au sujet dans le monde sportif. De nombreux sportifs qui pensent par exemple que la sueur permet d'éliminer les « microbes » en cas de fièvre(128). C'est pourquoi le praticien aura un rôle d'éducation important.

En première partie, nous avons montré que les infections provoquent une inflammation systémique, libèrent des cytokines, et sont associées à une augmentation de l'athérogenèse(150). Cela engendre un risque d'événements coronaires (IDM ou AVC) qui est maximal au cours des trois premiers jours d'une infection et va ensuite progressivement diminuer au cours des semaines suivantes(162). L'activité physique modérée est connue pour induire la libération des facteurs anti-inflammatoires en quelques minutes(135). On pourrait donc penser qu'elle « aide » le système immunitaire à combattre les infections. Or, lors d'exercice intense et prolongé, les cytokines pro-inflammatoires sont produites, ce qui altèrent l'immunité à médiation cellulaire, augmentant ainsi l'apparition d'infections virales(135). Le taux d'atteinte du cœur pourrait varier de 5 à 10% lors d'une infection virale bénigne. La myocardite est une cause de mort subite, dont 5% des cas de décès sont liés au sport. Elle est souvent asymptomatique et peut être sous-diagnostiquée. Pendant la phase précoce de la myocardite, un taux de réplication viral dans les cellules du myocarde est accru par l'activité physique, facilitant les lésions cellulaires et tissulaires (142)(143). Par conséquent, lors d'une infection virale avec fièvre même sans souffrance cardiaque évidente, il est conseillé de ne pas faire de sport tant que la fièvre persiste et pendant les 8 prochains

jours, d'après le club des cardiologues du sport(149). D'autres publications tendent à confirmer cette règle(128). Pour d'autres auteurs, la reprise sportive serait possible sept à quatorze jours après disparition complète de tous les symptômes(134)(26). A l'inverse, d'autres auteurs suggèrent que l'activité sportive peut être reprise dès que l'épisode fébrile est résolu. Mais la reprise doit être progressive, tout en étant très attentif au moindre signe évoquant une complication, notamment les signes cardiaques (douleurs, palpitations)(143). Enfin, des auteurs évoquent même la nécessité d'arrêter la pratique du sport intense et de haut niveau pendant quatre semaines en cas d'infection fébrile aspécifique(144)(150)

Le délai avant une possible reprise d'activité sportive est donc très variable selon les auteurs, le seul consensus retenu étant que cette reprise doit se faire de façon progressive et encadrée lors de l'entraînement. Il existe effectivement une différence à faire entre l'entraînement et la compétition. L'entraînement permet de contrôler le niveau d'activité physique fourni ainsi que de le moduler selon les besoins. La compétition en revanche va être à l'origine de dépenses plus importantes et moins contrôlables et donc plus à risque d'impacts négatifs sur la santé et les performances (27). La reprise devra être très progressive nécessitant environ un à deux jours d'entraînement pour chaque séance manquée en raison de la pathologie afin de retrouver le niveau antérieur à la maladie(27)(163). Selon le type de pathologie initiale, le retour au niveau antérieur prendra entre trois jours à trois semaines(27). Une fois le niveau antérieur retrouvé à l'entraînement, la reprise de la compétition pourra être envisageable. Le risque d'évolution négative plus ou moins brusque d'une pathologie lors de la reprise de l'activité sportive peut justifier une évaluation médicale régulière durant une période variable selon le type de pathologie initiale(27)(164)(128)(26).

### **Règle 10 : bilan cardiaque**

L'objectif secondaire n'est pas atteint pour la règle 10. La règle 10 ne concernait que les hommes âgés de plus de 35 ans et les femmes de plus de 45 ans, soit 73% de la population étudiée. La règle 10 n'étant pas clairement définie dans son énoncé, nous avons demandé aux participants de préciser quel était leur bilan. Ainsi, 68% des coureurs concernés semblaient avoir connaissance de la règle 10, 75% disaient appliquer un bilan médical, alors que 44% avaient réellement réalisé un bilan qui correspondait aux recommandations ( $p=1,23^E-14$ ) (tableau 6). Beaucoup d'entre eux pensaient que le « bilan médical » se résumait à une consultation chez un médecin généraliste ou une prise de sang (38%). Ainsi

la règle 10 dans son intitulé devrait préciser la nature du bilan médical à entreprendre pour éviter la confusion.

D'autre part, les coureurs plus âgés (hommes >40ans ou femmes >50ans) appliquaient significativement mieux la règle que les coureurs plus jeunes( $p=0,0045$ ). Seul 13% d'hommes entre 35 et 40 ans, 7% de femmes entre 45 et 50ans ont réalisé l'ECG recommandé. Moins de la moitié des coureurs de plus de 40ans et des coureuses de plus de 50ans ont réalisé l'épreuve d'effort selon les recommandations(*tableaux 12 et 13*). Dans l'étude chez les rugby-mans amateurs de 2015, une minorité avait subi une visite de contrôle avec l'ECG (37%) avant l'obtention de la licence(155). Dans l'étude multicentrique française de 2015, 64% des < 40 ans avaient fait l'électrocardiogramme de repos(49% l'année précédente et 86% au cours des 5 dernières années), majoritairement chez les athlètes de compétition comparé aux athlètes de loisirs (60,5 et 40,5%,  $p < 0,001$ ). Chez les > 40 ans, 54% avaient réalisé une épreuve d'effort. Avec une proportion plus haute chez les athlètes de compétition que chez les sportifs de loisir (59,5% contre 50%,  $p < 0,01$ )(157).

Notre travail, ainsi que les autres études montrent qu'une attention particulière devrait être portée sur les plus jeunes, et les sportifs de loisirs ne participant pas aux compétitions. Le moyen de les sensibiliser pourrait se faire par le biais de clubs ou d'associations sportives. La Société européenne de cardiologie (ESC) recommande un examen cardiaque systématique et un électrocardiogramme au repos (ECG) chez tout jeune athlète de compétition (< 35 ans) car les études ont montré une réduction significative de la mort subite cardiaque(partie1). Au-delà de 35 ans, il est bien établi que la maladie coronarienne liée à l'athérosclérose est la principale cause d'événements cardiaques au cours d'une activité sportive. Ainsi, le test d'effort est le meilleur examen connu pour le dépistage des lésions cardiaques et pour réduire la mort subite du sportif après 35 ans. Par conséquent, la sensibilisation aux 9 premières règles d'or doit être considérée comme complémentaire aux examens médicaux et cardiologiques de la règle 10.

## CONCLUSION

La sensibilisation et l'éducation du coureur amateur sur les risques cardiovasculaires au cours de sa pratique, en compétition comme en entraînement, est une thématique d'actualité en médecine générale. L'enjeu est de prévenir la mort subite du sportif.

Ce travail a été réalisé sur un échantillon représentatif de coureurs amateurs sur différents formats de courses (11,5 km, semi-marathon et marathon.), participants au Marathon du Cognac.

Sur les 733 coureurs éligibles, seul 13% connaissaient le terme des « 10 règles d'or ». La dénomination « réflexe en or » ou « règle de bon sens » est parfois employée, par certaines fédérations ou par le Ministère du Sport. En les prenant une à une, ces règles de bonnes pratiques sont globalement connues par l'ensemble, 62% en moyenne. Afin de remplir notre objectif principal, un terme commun devrait être proposé, pour uniformiser la sensibilisation des sportifs au risque de mort subite.

Plus des deux tiers des participants appliquaient correctement les règles en alertant leur médecin en cas de douleurs thoraciques, palpitations, malaises ; en s'échauffant, en évitant le dopage et l'automédication. En revanche, les règles 5, 6, 9, 10 n'étaient pas respectées. Elles concernent l'hydratation autour de l'effort, l'éviction du sport dans les conditions climatiques extrêmes ou dans les 8 jours d'un épisode de fièvre, et la réalisation du bilan médical cardiologique adapté aux recommandations actuelles. On constate également, que les licenciés et les participants âgés de plus de 40 ans sont globalement et significativement plus sensibilisés au risque que les non licenciés et les plus jeunes. D'autres études tendent à confirmer ce résultat.

Le médecin est le premier acteur qui va délivrer ce message, notamment lors du certificat d'absence de contre-indications à la pratique (CACI). La sensibilisation devrait porter en particulier sur les sportifs non licenciés qui participent à une compétition, et les sportifs plus jeunes < 40ans.

Les clubs de sport-sont les deuxièmes intervenants délivrant l'information sur les règles d'or. On constate effectivement que les licenciés sont mieux informés, notamment pour la règle sur la fièvre. L'impact du message délivré par les clubs de sport n'est pas négligeable. Certaines fédérations de sport rappellent les 10 règles d'or à la fin du CACI pour la licence. Le message pourrait être diffusé de manière générale par l'ensemble des fédérations, et auprès des entraîneurs. D'autant que le législateur en 2016 a prolongé la validité des CACI à trois ans, une durée qui vise à être étendue à l'avenir. Le projet de loi de financement de la sécurité sociale (PLFSS) publié en octobre 2019 propose de supprimer le CACI pour les

moins de 18 ans lors d'une inscription dans un club affilié à une fédération sportive. Le médecin généraliste, acteur primordial de la prévention du risque cardiovasculaire du sportif, devrait pouvoir s'appuyer sur les associations sportives qui seront auprès de tous les sportifs « en bonne santé ». Grâce aux règles d'or, les clubs de sports et les fédérations sportives seraient à même d'orienter les sportifs à risques vers leur médecin, afin d'effectuer un bilan cardiaque lorsque cela est justifié.

Vu  
Toucoce SE le 12/11/2019



Le Président du Jury  
Professeur Pierre MESTHÉ  
Médecine Générale

# ANNEXES

## Annexe 1 : Les « 10 règles d'or » du club des cardiologues du sport

### Cœur et activité sportive :



## Les 10 règles d'or

« Absolument, pas n'importe comment »

Recommandations édictées par le Club des Cardiologues du Sport

- 1**  
Je signale à mon médecin toute douleur dans la poitrine ou tout essoufflement anormal survenant à l'effort\*

- 2**  
Je signale à mon médecin toute palpitation cardiaque survenant à l'effort ou juste après l'effort\*

- 3**  
Je signale à mon médecin tout malaise survenant à l'effort ou juste après l'effort\*

- 4**  
Je respecte toujours un échauffement et une récupération de 10 min lors de mes activités sportives

- 5**  
Je bois 3 ou 4 gorgées d'eau toutes les 30 min d'exercice, à l'entraînement comme en compétition

- 6**  
J'évite les activités intenses par des températures extérieures  $< -5^{\circ}\text{C}$  ou  $> +30^{\circ}\text{C}$  et lors des pics de pollution

- 7**  
Je ne fume pas, en tout cas jamais dans les 2 heures qui précèdent ou suivent ma pratique sportive

- 8**  
Je ne consomme jamais de substance dopante et j'évite l'automédication en général

- 9**  
Je ne fais pas de sport intense si j'ai de la fièvre ni dans les 8 jours qui suivent un épisode grippal (fièvre + courbatures)

- 10**  
Je pratique un bilan médical avant de reprendre une activité sportive intense (plus de 35 ans pour les hommes et plus de 45 ans pour les femmes)

\* Quels que soient mon âge, mes niveaux d'entraînement et de performance ou les résultats d'un précédent bilan cardiologique.

[www.clubcardiosport.com](http://www.clubcardiosport.com)



## Annexe 2 : Questionnaire

### QUESTIONNAIRE MEDICAL ANONYME

Dans le cadre d'un travail universitaire en médecine du Sport et en Médecine Générale, nous réalisons une étude sur la connaissance et le respect de règles de prévention cardiaque chez les coureurs. Afin de faire progresser la pratique de la médecine, les résultats de l'étude ne seront utilisés qu'à des fins scientifiques dans le cadre d'un travail de thèse, de publication et de communication médicale

#### VOUS :

- Sexe :  F  M Age : \_\_\_\_ ans
- A quelle course êtes-vous inscrit(e) ?  42 km  21km  11,5km
- Pratique de la course à pied : combien de fois en moyenne par semaine : ..... fois/semaine, combien de kilomètre : entre ..... et ..... Km/course, depuis combien d'années courez régulièrement ? ..... ans
- Etes-vous licencié dans un club de sport ?  oui  non

#### VOTRE PRATIQUE :

- Avez-vous déjà entendu parler des 10 règles d'or édictées par les cardiologues du sport ou des 10 reflexes en or recommandées par Santé Publique France (INPES) ?  oui  non
- Si oui, comment les connaissez-vous :  Par un médecin généraliste  Par un cardiologue  
 Par votre club  Sur internet  Autre : .....

#### LES 10 REGLES D'OR :

- Règle 1.** Je **signale** à mon médecin toute **douleur dans la poitrine** ou **tout essoufflement anormal** survenant à l'effort.\* (= vous obligeant à l'arrêt)
- Règle 2.** Je **signale à mon médecin** toute **palpitation** cardiaque survenant à l'effort ou juste après l'effort.\*
- Règle 3.** Je **signale à mon médecin** tout **malaise** survenant à l'effort ou juste après l'effort.\*
- Règle 4.** Je respecte **toujours** un **échauffement** et une **récupération de 10 min** lors de mes activités sportives.
- Règle 5.** Je bois **3 ou 4 gorgées d'eau** toutes les **30 min d'exercice** à l'**entraînement ET** en **compétition**.
- Règle 6.** J'évite les activités intenses par des **températures extérieures** en-dessous de **-5°C** ou au-dessus de **+30°C** et lors des **pics de pollution**.
- Règle 7.** Je ne fume pas, en tout cas **jamais dans les 2 heures** qui **précèdent** ou qui **suivent** la pratique d'une activité sportive.
- Règle 8.** Je ne consomme **jamais** de **substance dopante** et j'évite l'**automédication** en général. (= prise de médicament hors prescription médicale)
- Règle 9.** Je ne fais pas de sport intense si j'ai de la **fièvre**, ni dans les **8 jours** qui **suivent un épisode grippal** (fièvre - courbatures).
- Règle 10.** Je pratique un **bilan médical** avant de reprendre une activité sportive si j'ai plus de **35 ans** pour les hommes et de **45 ans** pour les femmes.

\*Quels que soient mon âge, mes niveaux d'entraînement et de performance, ou les résultats d'un précédent bilan cardiologique

#### CONNAISSEZ-VOUS ?

- La règle 1  oui  non  
 La règle 2  oui  non  
 La règle 3  oui  non  
 La règle 4  oui  non
- La règle 5  oui  non  
 La règle 6  oui  non
- La règle 7  oui  non  
 La règle 8  oui  non
- La règle 9  oui  non  
 La règle 10  oui  non

#### APPLIQUEZ-VOUS TOUJOURS ? (Si la question vous concerne pas ne vous concerne pas : rayer le oui et le non)

- Règle 1 (signalez-vous à votre médecin toute douleur dans la poitrine ou essoufflement anormal ?)** .....  oui  non
- Règle 2 (signalez-vous à votre médecin toute palpitation à l'effort ou après effort ?)** .....  oui  non
- Règle 3 (signalez-vous à votre médecin tout malaise à l'effort ou après effort ?)** .....  oui  non
- Règle 4 (respectez-vous toujours un échauffement?)** .....  oui  non
- Règle 4 (respectez-vous toujours un temps de récupération de 10 min ?)** .....  oui  non
- Règle 5 (buvez-vous 3gorgées d'eau toutes les 30 min à l'entraînement ET en compétition?)** .....  oui  non
- Règle 6 (évitiez-vous le sport par températures en-dessous de -5°C ?)** .....  oui  non
- Règle 6 (évitiez-vous le sport par températures au-dessus de +30°C ?)** .....  oui  non
- Règle 6 (évitiez-vous le sport lors des pics de pollution ?)** .....  oui  non
- Règle 7 (arrêtez-vous de fumer systématiquement 2heures avant ou après le sport ?)** .....  oui  non
- Règle 8 (consommez-vous des substances dopantes dans le cadre du sport ?)** .....  oui  non
- Règle 8 (évitiez-vous l'automédication en général dans le cadre du sport ?)** .....  oui  non
- Règle 9 (faites-vous du sport avec de la fièvre, ET dans 8 jours qui suivent un épisode grippal ?)** .....  oui  non
- Règle 10 (si vous êtes un homme >35ans ou une femme > 45ans, avez-vous fait un bilan médical avant la reprise du sport?)** .....  oui  non
- Si oui, quel bilan (consultation médicale ? ECG, épreuve d'effort ....) .....

MERCI DE VOTRE PARTICIPATION

## Annexe 3 : Avis de la commission d'éthique départementale



**Commission Ethique du Département de  
Médecine Générale de Midi Pyrénées**

Secrétariat : *Dr Motoko DELAHAYE*  
30 Avenue des Arcades, 12000 Le Monastère  
Tél. : 05.65.42.58.69 – Tél. Port : 06.88.05.55.52 – motoko.delahaye@dumg-toulouse.fr

**Président : Mme Laurencine VIEU**  
**Secrétaire : Mme Motoko DELAHAYE**

### AVIS A LA COMMISSION ÉTHIQUE DU DÉPARTEMENT UNIVERSITAIRE DE MÉDECINE GÉNÉRALE DE MIDI-PYRENEES

Renseignements concernant le demandeur :

Nom : BONNEAU Pauline Qualité : interne de médecine générale Adresse : 84 avenue  
saint Exupéry – bâtiment 4A - 31400 TOULOUSE Courriel :  
paulibonneau@gmail.com Numéro de téléphone : 0627750795

Renseignements concernant le promoteur : DUMG

Nom : Pr Yves ABITTEBOUL Qualité : Médecin généraliste, Maître de conférences  
associé à la faculté de médecine de Toulouse

Adresse : 133 route de narbonne 31062 Toulouse cedex Courriel :  
yves.abitteboul@dumg-toulouse.fr Numéro de téléphone : 06 88 59 52 24

Titre complet de la recherche : Etat des connaissances et mise en application  
concernant les 10 règles d'or chez les coureurs à pied amateurs  
participants au Marathon de Cognac.

AVIS DE LA COMMISSION (Réservé à la Commission)

*AVIS FAVORABLE*

*N° 2018 - 015*

*LE 01/02/2018*



Dr Motoko Delahaye

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Fédération Française d'Athlétisme.. Enquête : La course à pied à l'étude. Disponible sur : <http://www.athle.fr/asp.net/main.news/news.aspx?newsid=11782>.
2. Organisation mondiale de la santé. Recommandations mondiales sur l'activité physique pour la santé. OMS; 2010.
3. Lee D-C, Pate RR, Lavie CJ, Sui X, Church TS, Blair SN. Leisure-time running reduces all-cause and cardiovascular mortality risk. *J Am Coll Cardiol.* 5 août 2014;64(5):472-81.
4. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation.* 3 mars 2009;119(8):1085-92.
5. Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 1 mars 2005;26(5):516-24.
6. Information NC for B, Pike USNL of M 8600 R, MD B, Usa 20894. The International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Periodic Health Evaluation of Elite Athletes: March 2009. *J Athl Train.* oct 2009;44(5):538.
7. Marijon E, Tafflet M, Celermajer DS, Dumas F, Perier M-C, Mustafic H, et al. Sports-related sudden death in the general population. *Circulation.* 9 août 2011;124(6):672-81.
8. Jouven X., Waldmann V, Cariou A, Marijon E, Karam N. Mort subite de l'adulte. *Rev Prat Med Ge.* 2017;984(507-13):7.
9. Jouven X, Bougouin W, Karam N, Marijon E. Épidémiologie de la mort subite cardiaque: données du registre du centre d'expertise sur la mort subite de paris. *Rev Prat.* sept 2015;65(7):916-8.
10. Chevalier L, Douard H, Laporte T, Hajjar M, Baudot C, Genson F, et al. [Survey of cardiovascular risk assessment and the behaviour of a sporting population]. *Arch Mal Coeur Vaiss.* févr 2005;98(2):109-14.
11. 10 règles d'or du Club des Cardiologues du Sport.pdf [Internet]. [cité 13 déc 2018]. Disponible sur: [http://www.clubcardiosport.com/regles-d%27or/argu\\_scientifique.pdf](http://www.clubcardiosport.com/regles-d%27or/argu_scientifique.pdf)
12. Fédération Française de Golf- Coeur, les 10 règles d'or - [Internet]. [cité 2 nov 2019]. Disponible sur: <https://www.ffgolf.org/Actus/Sante/Coeur-les-10-regles-d-or>
13. FF Sport traineau - Le sport c'est la santé, 10 réflexes en or pour la préserver [Internet]. FFST. [cité 2 nov 2019]. Disponible sur: <https://www.ffst.info/10-reflexes-en-or/>
14. FF Volley Ball - 10 Réflexes en Or [Internet]. [cité 3 nov 2019]. Disponible sur: <http://comitevolley49.com/espace-licencies/actions-de-developpement/10-reflexes-en-or/>
15. FF tir à l'arc - Les recommandations médicales [Internet]. Fédération Française de Tir à l'arc. 2016 [cité 2 nov 2019]. Disponible sur: <https://www.fft.fr/vie-sportive/sante-et-tir-larc-en-competition/les-recommandations-medicales>
16. FFB - ligue de basket des pays de la loire - Info - Médicale - mort subite du sportif [Internet]. [cité 2 nov 2019]. Disponible sur: <https://www.paysdelaloirebasketball.org/ligue/commissions/medicale/info-medicale/mort-subite-du-sportif.html>
17. Fédération Française de Cyclotourisme -Sport Santé [Internet]. [cité 2 nov 2019]. Disponible sur: [http://www.ffct-codep35.org/?page\\_id=2972](http://www.ffct-codep35.org/?page_id=2972)
18. FF cyclisme - 10Regles coeur et sport.pdf [Internet]. [cité 2 nov 2019]. Disponible sur: [http://www.cif-ffc.org/menuCif/communiquésCTR/CEMcardio\\_10Regles\\_coeuretsport.pdf](http://www.cif-ffc.org/menuCif/communiquésCTR/CEMcardio_10Regles_coeuretsport.pdf)
19. Fédération Française de Char à Voile - Cœur et sport [Internet]. [cité 2 nov 2019]. Disponible sur: <http://www.ffcv.org/coeur-et-sport/23570/>
20. FFAAA - aiki mag.pdf [Internet]. [cité 2 nov 2019]. Disponible sur: <https://www.aikido.com.fr/wp-content/uploads/2019/02/aiki-mag-1703.pdf>
21. FFME-certificat-medical-type.pdf [Internet]. [cité 2 nov 2019]. Disponible sur: <https://www.montagne-escalade.com/site/BO/documents/certificat-medical-type.pdf>
22. Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, Estes NAM, et al. Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation.* 1 mai 2007;115(17):2358-68.

23. Beelen R, Raaschou-Nielsen O, Stafoggia M, Andersen ZJ, Weinmayr G, Hoffmann B, et al. Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *Lancet Lond Engl*. 1 mars 2014;383(9919):785-95.
24. Deligiannis A, Björnstad H, Carre F, Heidbüchel H, Kouidi E, Panhuyzen-Goedkoop NM, et al. ESC Study Group of Sports Cardiology Position Paper on adverse cardiovascular effects of doping in athletes: *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* [Internet]. 28 août 2016 [cité 20 nov 2018]; Disponible sur: <https://journals-sagepub-com-s.docadis.ups-tlse.fr/doi/full/10.1097/01.hjr.0000224482.95597.7a>
25. Wesslén L, Pålsson C, Lindquist O, Hjelm E, Gnarpe J, Larsson E, et al. An increase in sudden unexpected cardiac deaths among young Swedish orienteers during 1979-1992. *Eur Heart J*. juin 1996;17(6):902-10.
26. Dick NA, Diehl JJ. Febrile illness in the athlete. *Sports Health*. mai 2014;6(3):225-31.
27. Scharhag J, Meyer T. Return to play after acute infectious disease in football players. *J Sports Sci*. 2014;32(13):1237-42.
28. Maron BJ, Shirani J, Poliac LC, Mathenge R, Roberts WC, Mueller FO. Sudden death in young competitive athletes. Clinical, demographic, and pathological profiles. *JAMA*. 17 juill 1996;276(3):199-204.
29. Thompson PD, Stern MP, Williams P, Duncan K, Haskell WL, Wood PD. Death during jogging or running. A study of 18 cases. *JAMA*. 21 sept 1979;242(12):1265-7.
30. Noakes TD, Opie LH, Rose AG. Marathon running and immunity to coronary heart disease: fact versus fiction. *Clin Sports Med*. avr 1984;3(2):527-43.
31. Northcote RJ, Flannigan C, Ballantyne D. Sudden death and vigorous exercise--a study of 60 deaths associated with squash. *Br Heart J*. févr 1986;55(2):198-203.
32. Matelot D, Carre F. Syncopes et malaises chez le sportif. *cardio et sport n38*. janv 2014.pdf [Internet]. [cité 28 déc 2018]. Disponible sur: <http://www.clubcardiosport.com/userfiles/Syncopes%20et%20malaises.pdf>
33. Sutton R. Clinical classification of syncope. *Prog Cardiovasc Dis*. févr 2013;55(4):339-44.
34. Link MS, Estes NAM. How to manage athletes with syncope. *Cardiol Clin*. août 2007;25(3):457-66, vii.
35. Colivicchi F, Ammirati F, Santini M. Epidemiology and prognostic implications of syncope in young competing athletes. *Eur Heart J*. oct 2004;25(19):1749-53.
36. Hastings JL, Levine BD. Syncope in the athletic patient. *Prog Cardiovasc Dis*. avr 2012;54(5):438-44.
37. Basso C, Maron BJ, Corrado D, Thiene G. Clinical profile of congenital coronary artery anomalies with origin from the wrong aortic sinus leading to sudden death in young competitive athletes. *J Am Coll Cardiol*. mai 2000;35(6):1493-501.
38. Corrado D, Basso C, Thiene G, McKenna WJ, Davies MJ, Fontaliran F, et al. Spectrum of clinicopathologic manifestations of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: a multicenter study. *J Am Coll Cardiol*. 15 nov 1997;30(6):1512-20.
39. Strickberger SA, Benson DW, Biaggioni I, Callans DJ, Cohen MI, Ellenbogen KA, et al. AHA/ACCF scientific statement on the evaluation of syncope: from the American Heart Association Councils on Clinical Cardiology, Cardiovascular Nursing, Cardiovascular Disease in the Young, and Stroke, and the Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group; and the American College of Cardiology Foundation In Collaboration With the Heart Rhythm Society. *J Am Coll Cardiol*. 17 janv 2006;47(2):473-84.
40. Brignole M, Deharo J-C, De Roy L, Menozzi C, Blommaert D, Dabiri L, et al. Syncope due to idiopathic paroxysmal atrioventricular block: long-term follow-up of a distinct form of atrioventricular block. *J Am Coll Cardiol*. 5 juill 2011;58(2):167-73.
41. La Gerche A, Schmied CM. Atrial fibrillation in athletes and the interplay between exercise and health. *Eur Heart J*. déc 2013;34(47):3599-602.
42. Bishop D. Warm Up I. *Sports Med*. 1 mai 2003;33(6):439-54.
43. Shellock FG, Prentice WE. Warming-Up and Stretching for Improved Physical Performance and Prevention of Sports-Related Injuries. *Sports Med*. 1 juill 1985;2(4):267-78.
44. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Med*. 1 nov 2015;45(11):1523-46.
45. Brook Robert D., Appel Lawrence J., Rubenfire Melvyn, Ogedegbe Gbenga, Bisognano John D., Elliott William J., et al. Beyond Medications and Diet: Alternative Approaches to Lowering Blood Pressure. *Hypertension*. 1 juin 2013;61(6):1360-83.
46. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, Redon J, Zanchetti A, Böhm M, et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertensionThe Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 21 juill 2013;34(28):2159-219.

47. Thomas RJ, King M, Lui K, Oldridge N, Piña IL, Spertus J. AACVPR/ACCF/AHA 2010 Update: Performance Measures on Cardiac Rehabilitation for Referral to Cardiac Rehabilitation/Secondary Prevention Services: Endorsed by the American College of Chest Physicians, the American College of Sports Medicine, the American Physical Therapy Association, the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation, the Clinical Exercise Physiology Association, the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the Inter-American Heart Foundation, the National Association of Clinical Nurse Specialists, the Preventive Cardiovascular Nurses Association, and the Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol.* 28 sept 2010;56(14):1159-67.
48. Perk J, Veress G. Cardiac rehabilitation: applying exercise physiology in clinical practice. *Eur J Appl Physiol.* 1 nov 2000;83(4):457-62.
49. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med.* 28 oct 1999;341(18):1351-7.
50. Cole CR, Foody JM, Blackstone EH, Lauer MS. Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascularly healthy cohort. *Ann Intern Med.* 4 avr 2000;132(7):552-5.
51. Hoberg E, Schuler G, Kunze B, Obermoser AL, Hauer K, Mautner HP, et al. Silent myocardial ischemia as a potential link between lack of premonitoring symptoms and increased risk of cardiac arrest during physical stress. *Am J Cardiol.* 1 mars 1990;65(9):583-9.
52. Sejersted OM, Sjøgaard G. Dynamics and consequences of potassium shifts in skeletal muscle and heart during exercise. *Physiol Rev.* oct 2000;80(4):1411-81.
53. Fleg JL, Lakatta EG. Prevalence and significance of postexercise hypotension in apparently healthy subjects. *Am J Cardiol.* 1 juin 1986;57(15):1380-4.
54. Holtzhausen LM, Noakes TD. The prevalence and significance of post-exercise (postural) hypotension in ultramarathon runners. *Med Sci Sports Exerc.* déc 1995;27(12):1595-601.
55. Holtzhausen LM, Noakes TD. Collapsed ultraendurance athlete: proposed mechanisms and an approach to management. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* oct 1997;7(4):292-301.
56. Casey DP, Joyner MJ. Local control of skeletal muscle blood flow during exercise: influence of available oxygen. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. déc 2011;111(6):1527-38.
57. Asplund CA, O'Connor FG, Noakes TD. Exercise-associated collapse: an evidence-based review and primer for clinicians. *Br J Sports Med.* nov 2011;45(14):1157-62.
58. Cohen D. The truth about sports drinks. *BMJ.* 18 juill 2012;345:e4737.
59. Montain SJ, Latzka WA, Sawka MN. Control of thermoregulatory sweating is altered by hydration level and exercise intensity. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. nov 1995;79(5):1434-9.
60. González-Alonso J, Mora-Rodríguez R, Coyle EF. Stroke volume during exercise: interaction of environment and hydration. *Am J Physiol-Heart Circ Physiol.* 1 févr 2000;278(2):H321-30.
61. Montain SJ, Coyle EF. Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J Appl Physiol.* 1 oct 1992;73(4):1340-50.
62. González-Alonso J, Mora-Rodríguez R, Below PR, Coyle EF. Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. nov 1995;79(5):1487-96.
63. Sawka MN. Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med Sci Sports Exerc.* juin 1992;24(6):657-70.
64. Ganio MS, Wingo JE, Carroll CE, Thomas MK, Cureton KJ. Fluid Ingestion Attenuates the Decline in VO<sub>2</sub>peak Associated with Cardiovascular Drift. 17 janv 2018 [cité 9 déc 2018]; Disponible sur: <http://ir.ua.edu/handle/123456789/3325>
65. El-Sayed MS, Ali N, El-Sayed Ali Z. Haemorrhology in exercise and training. *Sports Med Auckl NZ.* 2005;35(8):649-70.
66. González-Alonso J, Calbet JA, Nielsen B. Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. *J Physiol.* 15 déc 1998;513 ( Pt 3):895-905.
67. Rehrer NJ. Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport. *Sports Med Auckl NZ.* 2001;31(10):701-15.
68. Horner KM, Schubert MM, Desbrow B, Byrne NM, King NA. Acute exercise and gastric emptying: a meta-analysis and implications for appetite control. *Sports Med Auckl NZ.* mai 2015;45(5):659-78.
69. Zouhal H, Groussard C, Minter G, Vincent S, Cretual A, Gratas-Delamarche A, et al. Inverse relationship between percentage body weight change and finishing time in 643 forty-two-kilometre marathon runners. *Br J Sports Med.* nov 2011;45(14):1101-5.
70. Noakes TD, Goodwin N, Rayner BL, Branken T, Taylor RK. Water intoxication: a possible complication during endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* juin 1985;17(3):370-5.
71. Noakes TD. Overconsumption of fluids by athletes. *BMJ.* 19 juill 2003;327(7407):113-4.

72. Almond CSD, Shin AY, Fortescue EB, Mannix RC, Wypij D, Binstadt BA, et al. Hyponatremia among runners in the Boston Marathon. *N Engl J Med*. 14 avr 2005;352(15):1550-6.
73. Bouchama A, Knochel JP. Heat Stroke. *N Engl J Med*. 20 juin 2002;346(25):1978-88.
74. Netgen. Le coup de chaleur d'exercice [Internet]. *Revue Médicale Suisse*. [cité 16 nov 2018]. Disponible sur: <https://www-revmed-ch-s.docadis.ups-tlse.fr/RMS/2012/RMS-366/Le-coup-de-chaleur-d-exercice>
75. Carter R, Chevront SN, Vernieuw CR, Sawka MN. Hypohydration and prior heat stress exacerbates decreases in cerebral blood flow velocity during standing. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. déc 2006;101(6):1744-50.
76. Kenefick RW, Sawka MN. Heat Exhaustion and Dehydration as Causes of Marathon Collapse. *Sports Med*. 1 avr 2007;37(4):378-81.
77. American College of Sports Medicine, Armstrong LE, Casa DJ, Millard-Stafford M, Moran DS, Pyne SW, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Med Sci Sports Exerc*. mars 2007;39(3):556-72.
78. Casa DJ, Armstrong LE, Ganio MS, Yeargin SW. Exertional heat stroke in competitive athletes. *Curr Sports Med Rep*. déc 2005;4(6):309-17.
79. Castellani JW, Young AJ, Ducharme MB, Giesbrecht GG, Glickman E, Sallis RE, et al. American College of Sports Medicine position stand: prevention of cold injuries during exercise. *Med Sci Sports Exerc*. nov 2006;38(11):2012-29.
80. Butcher JD. Exercise-induced asthma in the competitive cold weather athlete. *Curr Sports Med Rep*. déc 2006;5(6):284-8.
81. Rundell KW, Jenkinson DM. Exercise-induced bronchospasm in the elite athlete. *Sports Med Auckl NZ*. 2002;32(9):583-600.
82. Epstein SE, Stampfer M, Beiser GD, Goldstein RE, Braunwald E. Effects of a Reduction in Environmental Temperature on the Circulatory Response to Exercise in Man. *N Engl J Med*. 2 janv 1969;280(1):7-11.
83. Gao Z, Wilson TE, Drew RC, Ettinger J, Monahan KD. Altered coronary vascular control during cold stress in healthy older adults. *Am J Physiol - Heart Circ Physiol*. janv 2012;302(1):H312-8.
84. Haut Conseil de Santé Publique (HCSP). Communiqué de presse sur le rapport « Pollution par les particules dans l'air ambiant : recommandations pour protéger la santé [Internet]. 2012. Disponible sur: <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/dcp120502.pdf> - rapport complet [https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcsp20120413\\_ppaa.pdf](https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcsp20120413_ppaa.pdf)
85. OMS Europe. Evolution of WHO air quality guidelines: past, present and future [Internet]. 2007. Disponible sur: [www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf.../Evolution-air-quality.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf.../Evolution-air-quality.pdf)
86. Kloog I, Ridgway B, Koutrakis P, Coull BA, Schwartz JD. Long- and short-term exposure to PM2.5 and mortality: using novel exposure models. *Epidemiol Camb Mass*. juill 2013;24(4):555-61.
87. Shah AS, Langrish JP, Nair H, McAllister DA, Hunter AL, Donaldson K, et al. Global association of air pollution and heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 21 sept 2013;382(9897):1039-48.
88. Peters A, Dockery DW, Muller JE, Mittleman MA. Increased particulate air pollution and the triggering of myocardial infarction. *Circulation*. 12 juin 2001;103(23):2810-5.
89. Peters A, Liu E, Verrier RL, Schwartz J, Gold DR, Mittleman M, et al. Air pollution and incidence of cardiac arrhythmia. *Epidemiol Camb Mass*. janv 2000;11(1):11-7.
90. Samet JM, Dominici F, Curriero FC, Coursac I, Zeger SL. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994. *N Engl J Med*. 14 déc 2000;343(24):1742-9.
91. Pope CA, Burnett RT, Thurston GD, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, et al. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation*. 6 janv 2004;109(1):71-7.
92. Hoek G, Brunekreef B, Goldbohm S, Fischer P, van den Brandt PA. Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *Lancet Lond Engl*. 19 oct 2002;360(9341):1203-9.
93. Miller KA, Siscovick DS, Sheppard L, Shepherd K, Sullivan JH, Anderson GL, et al. Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. *N Engl J Med*. 1 févr 2007;356(5):447-58.
94. Le Tertre A, Medina S, Samoli E, Forsberg B, Michelozzi P, Boumghar A, et al. Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities. *J Epidemiol Community Health*. oct 2002;56(10):773-9.
95. Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 1 juin 2010;121(21):2331-78.

96. Guan W-J, Zheng X-Y, Chung KF, Zhong N-S. Impact of air pollution on the burden of chronic respiratory diseases in China: time for urgent action. *Lancet Lond Engl*. 15 oct 2016;388(10054):1939-51.
97. Pope CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, et al. Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *JAMA J Am Med Assoc*. 6 mars 2002;287(9):1132-41.
98. Suwa T, Hogg JC, Quinlan KB, Ohgami A, Vincent R, van Eeden SF. Particulate air pollution induces progression of atherosclerosis. *J Am Coll Cardiol*. 20 mars 2002;39(6):935-42.
99. Nemmar A, Hoet PHM, Vanquickenborne B, Dinsdale D, Thomeer M, Hoylaerts MF, et al. Passage of inhaled particles into the blood circulation in humans. *Circulation*. 29 janv 2002;105(4):411-4.
100. Li Y, Nie J, Beyea J, Rudra CB, Browne RW, Bonner MR, et al. Exposure to traffic emissions: associations with biomarkers of antioxidant status and oxidative damage. *Environ Res*. févr 2013;121:31-8.
101. Nemmar A, Hoet PHM, Dinsdale D, Vermynen J, Hoylaerts MF, Nemery B. Diesel exhaust particles in lung acutely enhance experimental peripheral thrombosis. *Circulation*. 4 mars 2003;107(8):1202-8.
102. Strak M, Hoek G, Godri KJ, Gosens I, Mudway IS, van Oerle R, et al. Composition of PM affects acute vascular inflammatory and coagulative markers - the RAPTES project. *PloS One*. 2013;8(3):e58944.
103. Giles LV, Koehle MS. The health effects of exercising in air pollution. *Sports Med Auckl NZ*. févr 2014;44(2):223-49.
104. Rundell KW, Slee JB, Caviston R, Hollenbach AM. Decreased lung function after inhalation of ultrafine and fine particulate matter during exercise is related to decreased total nitrate in exhaled breath condensate. *Inhal Toxicol*. janv 2008;20(1):1-9.
105. Nicholson JP, Case DB. Carboxyhemoglobin Levels in New York City Runners. *Phys Sportsmed*. mars 1983;11(3):134-8.
106. Mautz WJ, Kleinman MT, Phalen RF, Crocker TT. Effects of exercise exposure on toxic interactions between inhaled oxidant and aldehyde air pollutants. *J Toxicol Environ Health*. 1988;25(2):165-77.
107. Sharman JE, Cockcroft JR, Coombes JS. Cardiovascular implications of exposure to traffic air pollution during exercise. *QJM Mon J Assoc Physicians*. oct 2004;97(10):637-43.
108. Wong C-M, Ou C-Q, Thach T-Q, Chau Y-K, Chan K-P, Ho S-Y, et al. Does regular exercise protect against air pollution-associated mortality? *Prev Med*. mai 2007;44(5):386-92.
109. Benowitz NL, Gourlay SG. Cardiovascular Toxicity of Nicotine: Implications for Nicotine Replacement Therapy 11All editorial decisions for this article, including selection of referees, were made by a Guest Editor. This policy applies to all articles with authors from the University of California San Francisco. *J Am Coll Cardiol*. 1 juin 1997;29(7):1422-31.
110. Anyfanti P, Triantafyllidou E, Papadopoulos S, Triantafyllou A, Nikolaidis MG, Kyparos A, et al. Smoking before isometric exercise amplifies myocardial stress and dysregulates baroreceptor sensitivity and cerebral oxygenation. *J Am Soc Hypertens*. 1 juin 2017;11(6):376-84.
111. Nicotine Addiction | NEJM [Internet]. *New England Journal of Medicine*. [cité 20 nov 2018]. Disponible sur: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMra0809890>
112. Yun AJ, Bazar KA, Lee PY, Gerber A, Daniel SM. The smoking gun: many conditions associated with tobacco exposure may be attributable to paradoxical compensatory autonomic responses to nicotine. *Med Hypotheses*. 1 janv 2005;64(6):1073-9.
113. Hanna ST. Nicotine effect on cardiovascular system and ion channels. *J Cardiovasc Pharmacol*. mars 2006;47(3):348-58.
114. Neunteufl T, Heher S, Kostner K, Mitulovic G, Lehr S, Khoschorur G, et al. Contribution of nicotine to acute endothelial dysfunction in long-term smokers. *J Am Coll Cardiol*. 16 janv 2002;39(2):251-6.
115. Piano Mariann R., Benowitz Neal L., FitzGerald Garret A., Corbridge Susan, Heath Janie, Hahn Ellen, et al. Impact of Smokeless Tobacco Products on Cardiovascular Disease: Implications for Policy, Prevention, and Treatment. *Circulation*. 12 oct 2010;122(15):1520-44.
116. Mehta MC, Jain AC, Billie M. Combined effects of cocaine and nicotine on cardiovascular performance in a canine model. *Clin Cardiol*. 1 sept 2001;24(9):620-6.
117. Duser BLV, Raven PB. The effects of oral smokeless tobacco on the cardiorespiratory response to exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1 mars 1992;24(3):389-95.
118. Escher SA, Tucker AM, Lundin TM, Grabiner MD. Smokeless tobacco, reaction time, and strength in athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 1 oct 1998;30(10):1548-51.
119. AFIPA, Baromètre février 2019 [Internet]. [cité 18 sept 2019]. Disponible sur: <https://www.afipa.org/wp-content/uploads/2019/02/PRE-AFIPA-190131-Barom%C3%A8tre-Selfcare-2018-VERSION-PRESSE.pdf>

120. Naïm RO, Escher M. [Self medication with analgesics: what are the risks?]. *Rev Med Suisse*. 30 juin 2010;6(255):1338-41.
121. Nieman DC, Dumke CL, Henson DA, McNulty SR, Gross SJ, Lind RH. Muscle damage is linked to cytokine changes following a 160-km race. *Brain Behav Immun*. sept 2005;19(5):398-403.
122. Wichardt E, Mattsson CM, Ekblom B, Henriksson-Larsén K. Rhabdomyolysis/myoglobinemia and NSAID during 48 h ultra-endurance exercise (adventure racing). *Eur J Appl Physiol*. 1 juill 2011;111(7):1541-4.
123. Whelton A. Nephrotoxicity of nonsteroidal anti-inflammatory drugs: physiologic foundations and clinical implications. *Am J Med*. 31 mai 1999;106(5B):13S-24S.
124. Geyer H, Parr MK, Mareck U, Reinhart U, Schrader Y, Schänzer W. Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic-androgenic steroids - results of an international study. *Int J Sports Med*. févr 2004;25(2):124-9.
125. Josephson GW, Stine RJ. Caffeine intoxication: a case of paroxysmal atrial tachycardia. *JACEP*. oct 1976;5(10):776-8.
126. Demoulin R, Poyet R, Capilla E, Tortat AV, Pons F, Brocq F-X, et al. Complications cardiovasculaires des produits dopants. *Ann Cardiol Angéiologie*. 1 nov 2018;67(5):365-9.
127. Soligard T, Steffen K, Palmer D, Alonso JM, Bahr R, Lopes AD, et al. Sports injury and illness incidence in the Rio de Janeiro 2016 Olympic Summer Games: A prospective study of 11274 athletes from 207 countries. *Br J Sports Med*. sept 2017;51(17):1265-71.
128. Midgley A. Infection and the Elite Athlete: A Review. *Res Sports Med*. 1 déc 2003;11(4):235-60.
129. Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. *Physiol Rev*. juill 2000;80(3):1055-81.
130. Haupt MT, Rackow EC. Adverse effects of febrile state on cardiac performance. *Am Heart J*. mai 1983;105(5):763-8.
131. González-Alonso J. Separate and combined influences of dehydration and hyperthermia on cardiovascular responses to exercise. *Int J Sports Med*. juin 1998;19 Suppl 2:S111-114.
132. González-Alonso J, Calbet JAL. Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans. *Circulation*. 18 févr 2003;107(6):824-30.
133. Adler A, Topaz G, Heller K, Zeltser D, Ohayon T, Rozovski U, et al. Fever-induced Brugada pattern: how common is it and what does it mean? *Heart Rhythm*. sept 2013;10(9):1375-82.
134. Harris MD. Infectious disease in athletes. *Curr Sports Med Rep*. avr 2011;10(2):84-9.
135. Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. août 2007;103(2):693-9.
136. Exercise and febrile illnesses. *Paediatr Child Health*. déc 2007;12(10):885-7.
137. Kakanis MW, Peake J, Brenu EW, Simmonds M, Gray B, Hooper SL, et al. The open window of susceptibility to infection after acute exercise in healthy young male elite athletes. *Exerc Immunol Rev*. 2010;16:119-37.
138. Gleeson M. Mucosal immune responses and risk of respiratory illness in elite athletes. *Exerc Immunol Rev*. 2000;6:5-42.
139. Moreira A, Mortatti AL, Arruda AFS, Freitas CG, de Arruda M, Aoki MS. Salivary IgA response and upper respiratory tract infection symptoms during a 21-week competitive season in young soccer players. *J Strength Cond Res*. févr 2014;28(2):467-73.
140. Nieman DC. Exercise and resistance to infection. *Can J Physiol Pharmacol*. mai 1998;76(5):573-80.
141. Bruunsgaard H, Pedersen BK. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: effects of exercise on the immune system in the elderly population. *Immunol Cell Biol*. oct 2000;78(5):523-31.
142. Friman G, Ilbäck NG. Acute infection: metabolic responses, effects on performance, interaction with exercise, and myocarditis. *Int J Sports Med*. juill 1998;19 Suppl 3:S172-182.
143. Friman G, Wesslén L. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: infections and exercise in high-performance athletes. *Immunol Cell Biol*. oct 2000;78(5):510-22.
144. Weidner TG, Sevier TL. Sport, exercise, and the common cold. *J Athl Train*. avr 1996;31(2):154-9.
145. Lerner AM, Wilson FM. Virus myocardopathy. *Prog Med Virol Fortschritte Med Virusforsch Progres En Virol Medicale*. 1973;15:63-91.
146. Rochcongar P, Rivière D, Monod H, Rodineau J, Amoretti R. Médecine du sport pour le praticien. MASSON. 2013. 592 p.
147. Chimenti C, Pieroni M, Frustaci A. Myocarditis: when to suspect and how to diagnose it in athletes. *J Cardiovasc Med Hagerstown Md*. avr 2006;7(4):301-6.
148. Duraković Z, Misigoj Duraković M, Skavić J, Tomljenović A. Myopericarditis and sudden cardiac death due to physical exercise in male athletes. *Coll Antropol*. juin 2008;32(2):399-401.



149. Club des Cardiologues du Sport. 10 règles d'or [Internet]. 2013 [cited 2015 May 18]. Available from: [http://www.clubcardiosport.com/regles-d%27or/argu\\_scientifique.pdf](http://www.clubcardiosport.com/regles-d%27or/argu_scientifique.pdf) [Internet]. [cité 24 oct 2018]. Disponible sur: <http://www.clubcardiosport.com/info.php>
150. Frick M, Pachinger O, Pözl G. [Myocarditis and sudden cardiac death in athletes. Diagnosis, treatment, and prevention]. *Herz*. juin 2009;34(4):299-304.
151. Carré F, Brion R, Douard H, Marcadet D, Leenhardt A, Marçon F, et al. Recommandations concernant le contenu du bilan cardiovasculaire de la visite de non contre indication à la pratique du sport en compétition entre 12 et 35 ans. *Société Française Cardiol* [Internet]. 2009 [cité 2 sept 2017]; Disponible sur: [http://medicale.alpc.free.fr/documents/articles/cardio\\_sport.pdf](http://medicale.alpc.free.fr/documents/articles/cardio_sport.pdf)
152. Chevalier L, Hajjar M, Douard H, Cherief A, Dindard J-M, Sedze F, et al. Sports-related acute cardiovascular events in a general population: a French prospective study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil Off J Eur Soc Cardiol Work Groups Epidemiol Prev Card Rehabil Exerc Physiol*. juin 2009;16(3):365-70.
153. Borjesson M, Urhausen A, Kouidi E, Dugmore D, Sharma S, Halle M, et al. Cardiovascular evaluation of middle-aged/ senior individuals engaged in leisure-time sport activities: position stand from the sections of exercise physiology and sports cardiology of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil Off J Eur Soc Cardiol Work Groups Epidemiol Prev Card Rehabil Exerc Physiol*. juin 2011;18(3):446-58.
154. FEDECARDIO | Les 10 règles d'or du sportif [Internet]. <https://www.fedecardio.org>. 2016 [cité 27 sept 2019]. Disponible sur: <https://www.fedecardio.org/Je-m-informe/Je-bouge/les-10-regles-d-or-du-sportif>
155. Cardiovascular prevention and at-risk behaviours in a large population of amateur rugby players - Frédéric Chagué, Marjolaine Georges, Aurélie Gudjoncik, Thierry Hermerel, Gilles Garet, Jean Israël, Jean-Philippe Hager, Patrick Aviat, Yves Laurent, Vincent Gremeaux, Yves Cottin, Marianne Zeller, 2019 [Internet]. [cité 4 sept 2019]. Disponible sur: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2047487319837066>
156. Ministère des Sport - Les 10 réflexes en or - mai 2014 [Internet]. [sports.gouv.fr](http://sports.gouv.fr). [cité 3 nov 2019]. Disponible sur: <http://sports.gouv.fr/accueil-du-site/a-la-une/article/Les-10-reflexes-en-or>
157. Chevalier L, Doutreleau S, Carré F, Sosner P, Abbot M, Jaussaud J. Awareness and education about cardiovascular events and sport are essential: Results of a French multicenter survey. *Sci Sports*. 1 déc 2018;33(6):347-52.
158. Gouëllou DJP. L'HYDRATATION DU MARATHONIEN : 2011;5.
159. McDermott BP, Anderson SA, Armstrong LE, Casa DJ, Chevront SN, Cooper L, et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for the Physically Active. *J Athl Train*. 1 sept 2017;52(9):877-95.
160. Carbohydrate-electrolyte solution related health claims [Internet]. European Food Safety Authority. 2011 [cité 9 déc 2018]. Disponible sur: <http://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/pub/2211>
161. Merson SJ, Maughan RJ, Shirreffs SM. Rehydration with drinks differing in sodium concentration and recovery from moderate exercise-induced hypohydration in man. *Eur J Appl Physiol*. juill 2008;103(5):585-94.
162. Smeeth L, Thomas SL, Hall AJ, Hubbard R, Farrington P, Vallance P. Risk of Myocardial Infarction and Stroke after Acute Infection or Vaccination. *N Engl J Med*. 16 déc 2004;351(25):2611-8.
163. Ahmadinejad Z, Alijani N, Mansori S, Ziaee V. Common sports-related infections: a review on clinical pictures, management and time to return to sports. *Asian J Sports Med*. mars 2014;5(1):1-9.
164. Metz JP. Upper respiratory tract infections: who plays, who sits? *Curr Sports Med Rep*. avr 2003;2(2):84-90.

## RESUME

**Objectifs :** La course à pied est un sport en plein essor. Les événements cardiovasculaires survenant au cours d'une activité physique peuvent être à l'origine de mort subite. Les examens médicaux tels que l'ECG ou l'épreuve d'effort permettent de détecter des anomalies cardiaques, mais ont une faible spécificité. Une meilleure prévention par l'éducation du sportif pourrait réduire ces événements graves. Les 10 règles d'or édictées par les cardiologues du sport permettent de sensibiliser les sportifs aux comportements à risques cardiovasculaires. Cette étude a pour objectif principal d'évaluer la connaissance de ces « 10 règles d'or », et d'objectiver secondairement leurs mises en application, dans une population de coureurs à pied.

**Méthodes :** Une enquête a été menée par un questionnaire auprès de 733 coureurs amateurs concourant au marathon du Cognac, sur trois distances différentes : marathon, semi-marathon, et 11,5kms.

**Résultats :** Parmi les 733 coureurs éligibles, l'âge moyen était de  $44 \pm 12$  ans, dont 68% d'hommes, 38% de licenciés, 19% marathonien, 51% au semi-marathonien, 30% coureurs du 11,5km. Le terme « 10 règles d'or » était peu connu dans notre échantillon (13%). Le message était transmis principalement par les médecins (46%) et par les clubs de sport (19%). Néanmoins, prises une à une, ces règles de bonne pratique étaient globalement connues. Les risques liés aux douleurs thoraciques, palpitations, malaises ou au manque d'échauffement étaient connus à 78%. Les risques d'un entraînement dans des conditions climatiques extrêmes ou d'une hydratation inadéquate étaient connus à 65%. 70% savaient que l'automédication et le dopage étaient mauvais pendant l'effort. 51% connaissaient les risques de la fièvre au cours du sport. 68% disaient connaître le bilan médical à faire avant une activité sportive.

La nécessité de signaler les palpitations, malaises ou douleurs thoraciques liées à l'exercice était appliquée à 90%, et particulièrement chez les coureurs plus âgés > 40ans (94%  $p < 0,05$ ). 68% des participants respectaient un échauffement suffisant, majoritairement chez les plus de 40 ans (75%,  $p < 0,05$ ). Une bonne hydratation, à l'entraînement comme en compétition, était adéquate chez 47%, surtout chez les plus de 40 ans, les licenciés et les coureurs de longues distances du 42km et 21km (respectivement : 71%, 57% et 54%  $p < 0,05$ ). 52% s'abstenaient de courir lors de températures basses, 61% lors de températures hautes et 57% lors de pic de pollution. 84% évitaient l'automédication pendant l'effort. Un tiers évitait le sport durant les 8 jours suivant un épisode de fièvre. Les licenciés s'abstenaient un peu mieux de courir avec de la fièvre (40%  $p < 0,05$ ). Chez les coureurs de < 40 ans ou coureuses de < 50 ans, seulement 33% avaient fait le bilan recommandé avec un électrocardiogramme. Parmi les hommes de > 40 ans ou les femmes de > 50ans, seulement 46% avaient bénéficié d'une épreuve d'effort avant la participation à une compétition.

**Conclusion :** Le terme « 10 règles d'or » est mal connu des coureurs. Une dénomination commune aux médecins, aux fédérations sportives et au ministère des sports permettrait de mieux diffuser l'information. Les médecins généralistes sont les premiers acteurs de l'éducation des sportifs, notamment lors de la délivrance du CACI. Ils devraient cibler les plus jeunes, notamment sur l'éviction du sport en cas de fièvre ou sur le dépistage des lésions cardiovasculaire par l'ECG ou l'épreuve d'effort. Les licenciés étant les mieux sensibilisés, la diffusion du message par les clubs est un atout, et un donneur d'alerte. D'autant plus que le médecin rencontrera de moins en moins ces sportifs « en bonne santé », du fait de la prolongation des licences jusqu' à 3 ans.

**Mots clés :** 10 règle d'or, prévention cardiovasculaire, sensibilisation, sportifs, coureurs, certificat

## **Abstract**

**Aims** Running is a booming sport. Cardiovascular events occurring during physical activity can cause sudden death. Medical exams, such as ECG or stress tests, enable to detect cardiac defects, but have low specificity. Better prevention could make such accidents less frequent. The 10 golden rules issued by sports cardiologists help to make athletes aware of cardiovascular risk behaviors. The main aim of this study is to assess the knowledge of these "10 golden rules", and secondarily to objectify their implementation in a population of runners.

**Methods** A survey was conducted giving forms to 733 amateur runners competing in the marathon of Cognac, on three different distances: marathon, half-marathon, and 11,5 kms.

**Results** Among the 733 runners, the average age was  $44 \pm 12$  years, 68% were men, 38% were members of the running federation, 19% were marathon participants, 51% were half marathoners, 30% were 11.5km runners.

The term "10 golden rules" was little known in our sample of runners (13%). The message was conveyed mainly by doctors (46%) and sports clubs (19%). Nevertheless, taken one by one, these « rules of good practice » were generally known. Risks related to chest pain, palpitations, dizziness or lack of warm-up were known to 78%. The risks of training in extreme weather conditions or inadequate hydration were known to 65%. 70% knew that self-medication and doping were bad during the effort. 51% knew the risks of fever during sport. 68% said they knew what to do before a sports activity.

The need to report exercise-related palpitations, dizziness, or chest pain was applied at 90%, particularly for runners older than 40 years old (94%  $p < 0.05$ ). 68% of the participants respected a sufficient warm-up, mainly among those over 40 (75%,  $p < 0.05$ ). Good hydration, both in training and in competition, was adequate in 47%, especially among those over 40, the members of the running federation and the long-distance runners - 42kms and 21kms - (respectively: 71%, 57% and 54% ;  $p < 0.05$ ). 52% refrained from running at low temperatures, 61% at high temperatures and 57% during peaks of pollution. 84% avoided self-medication during exercise. A third avoided sport during the 8 days following a fever episode. The members of the running federation abstained a little better from running with fever (40%  $p < 0.05$ ). Among the male runners  $< 40$  years of age or the female runners  $< 50$  years old, only 33% had a recommended electrocardiogram score. Among men  $> 40$  years old or women  $> 50$  years old, only 46% had had a stress test before participating in a competition.

**Conclusion** The lack of knowledge about the "10 golden rules" remains significant among runners. A common denomination between doctors, sports federations and the ministry of sports could enable to spread information better. General practitioners are the first interlocutors in the education of athletes, especially when issuing the medical certificate for preparticipation. They should target the youngest, especially on the cessation of sport in case of fever or on the detection of cardiovascular lesions by the ECG or the exercise test. The members of sports federations are the most aware, the diffusion of the message by the clubs is an asset and a warning. Especially since the doctors will meet these « healthy » athletes less regularly because of the extension of medical certificates for members of sports federations up to 3 years.

**Keywords :** 10 golden rules, cardiovascular screening, awareness, athletes, runners, preparticipation