



**HAL**  
open science

# Apports de l'épreuve d'effort chez l'homme de 40 ans ou plus, asymptomatique, poursuivant ou reprenant une activité physique et sportive

Marie Emorine

## ► To cite this version:

Marie Emorine. Apports de l'épreuve d'effort chez l'homme de 40 ans ou plus, asymptomatique, poursuivant ou reprenant une activité physique et sportive. Médecine humaine et pathologie. 2012. dumas-00684196

**HAL Id: dumas-00684196**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00684196v1>**

Submitted on 30 Mar 2012

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

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

---

**APPORTS DE L'EPREUVE D'EFFORT CHEZ  
L'HOMME DE 40 ANS OU PLUS,  
ASYMPTOMATIQUE, POURSUIVANT OU  
REPRENANT UNE ACTIVITE PHYSIQUE ET  
SPORTIVE**

---

**THESE PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE  
DIPLOME D'ETAT**

Marie EMORINE  
Née le 07 Août 1984 à LE CREUSOT

THESE SOUTENUE PUBLIQUEMENT A LA FACULTE DE MEDECINE DE  
GRENOBLE  
Le 27 MARS 2012

DEVANT LE JURY COMPOSE DE :

Président du jury : Monsieur le Professeur Gérald VANZETTO

Membres : Monsieur le Professeur Patrick LEVY

Monsieur le Docteur Stéphane DOUTRELEAU

Madame le Docteur Anne FAVRE-JUVIN

Monsieur le Docteur Michel GUINOT



*Vita brevis, ars longa, occasio praeceps,  
experientia fallax, iudicium difficile.*

*Opportet autem non modò se ipsum exhibere  
quae oportet facientem, sed etiam aegrum,  
et praesentes, et externa.*

*La vie est courte, l'art est long, l'occasion fugitive,  
l'expérience trompeuse, le jugement difficile.*

*Il faut non seulement que le médecin fasse ce qui convient, mais  
encore que le malade, ceux qui l'approchent, et tout ce qui  
l'environne, concourent au même but.*

*Hippocrate*

## **A MES MAITRES ET JUGES**

### **A Monsieur le Professeur Gérard VANZETTO,**

Vous m'avez prodigué de précieux conseils.  
Vous me faites l'honneur de bien vouloir assurer la présidence de cette thèse.  
Veuillez trouver ici l'expression de ma sincère gratitude et de tout mon respect.

### **A Monsieur le Professeur Patrick LEVY,**

Vous me faites l'honneur de participer au jury de cette thèse.  
Veuillez trouver ici le témoignage de ma plus grande estime.

### **A Monsieur le Maître de Conférence Stéphane DOUTRELEAU,**

Je suis très sensible à l'honneur que vous me faites d'avoir bien voulu accepter de participer au jury de cette thèse.  
Veuillez recevoir l'expression de ma gratitude et de mon respect.

### **A Madame le Docteur Anne FAVRE-JUVIN,**

Je vous remercie pour les conseils que vous m'avez donnés et l'aide que vous m'avez apportée.  
J'ai été très sensible à votre disponibilité et votre enthousiasme.  
Veuillez recevoir l'expression de toute ma reconnaissance.

## **A MON DIRECTEUR DE THESE**

### **Monsieur le Docteur Michel GUINOT,**

Tout au long de la réalisation de cette thèse, tu as fait preuve d'une grande disponibilité et d'une écoute attentive. Je t'en remercie vivement.  
Ta générosité, ta patience et la pertinence de tes conseils m'ont été très chères.  
Ton extraordinaire force de travail fait de toi un exemple.  
Reçois l'expression de ma sincère gratitude et de tout mon respect.

## **ET AUSSI**

### **A Madame le Docteur Marianne NOIRCLERC,**

Pour ton dynamisme, ta sympathie et ta disponibilité.  
Reçois l'expression de toute ma reconnaissance.

### **A Laetitia**

Ton aide sur les lois de l'informatique m'a été très utile.  
Je t'en remercie.

### **A Monique, notre « espionne » canadienne,**

Ta contribution à ce travail m'a été très précieuse.  
Un grand merci.

## **A CEUX QUI M'ONT ACCOMPAGNEE TOUTES CES ANNEES**

### **A mes parents,**

Pour votre amour, votre soutien de tous les instants et votre immense patience. Vous resterez pour moi un modèle tant sur le plan personnel que professionnel.  
Je souhaite vous dédier ce travail et vous remercie infiniment.

### **A Julie, ma sœur et Christophe**

Julie, pour ton dynamisme, ta présence dans les moments difficiles,  
Christophe, pour ton calme et ta sérénité en toutes circonstances.  
Je vous souhaite plein de bonheur.

### **A Pierre, mon frère,**

Pour ta détermination dans la vie et ta grande joie de vivre.

### **A ma marraine et mes grands-parents,**

Qui nous ont quittés et pour qui j'ai toujours une immense pensée.

### **A mes grands-parents, oncles, tantes, cousin(e)s,**

Merci pour votre soutien et votre affection.

### **A tous mes amis, les Dijonnais, les Creusotins, les Anneciens et ceux d'ailleurs,**

Merci pour tous ces grands moments de bonheur partagés.  
Je vous retrouve toujours avec autant de plaisir.

### **Aux trois miss ex-Sallanchaises,**

Merci pour tous ces merveilleux instants passés ensemble et le souvenir inestimable de nos nombreux fous rires.

### **A Violaine et Adèle, mes deux très chères colloc'**

Merci pour votre soutien et vos encouragements tout au long de ce travail.

### **A Clélia,**

Merci pour tes précieux conseils, ta disponibilité et ta spontanéité.  
En espérant garder cette complicité qui m'est si chère.

**A mes Maîtres d'internat,**

**Madame le Docteur Catherine GLASTRE, Madame le Docteur Catherine WRIGHT,  
Monsieur le Docteur Jacques GAILLAT, Monsieur le Docteur Jean-Pierre BRU,  
Madame le Docteur Marie-Philippe ROUSSEAU-BLANCHI,**

Merci pour tout ce que vous m'avez enseigné et de m'avoir permis de partager votre expérience et vos connaissances avec tellement de générosité et d'enthousiasme.

**A Madame le Docteur Sophie MARTIN**

**A Messieurs les Docteurs Vincent THOUVENIN, Robert GOTTELAND, Edouard  
BAZIRE, Michel CUNY, Pierre SAUNIER, Jean-François EMIN et Eric  
QUATRESOLS**

Merci d'avoir partagé votre passion pour la médecine générale avec tant de générosité.

**Au personnel des cabinets médicaux Beauregard de La Clusaz et Medival de Val  
d'Isère,**

Pour le plaisir du travail en groupe.

Je vous remercie pour votre disponibilité et votre écoute.

**Aux équipes soignantes de Pédiatrie d'Annecy, des Urgences de Sallanches,  
de Maladies Infectieuses d'Annecy, du CMSHN d'Albertville  
et de Médecine du Sport à Grenoble,**

Merci de m'avoir formée et donné le goût de votre belle pratique.

## TABLE DES MATIERES

<b>I. INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
I.1 FACTEURS DE RISQUE CARDIOVASCULAIRE ET LEURS METHODES D'EVALUATION .....	3
I.1.1 Les différents facteurs de risque cardiovasculaire.....	4
I.1.2 Les méthodes d'évaluation du risque cardiovasculaire : .....	5
I.2 L'ACTIVITE PHYSIQUE.....	6
I.2.1 La dépense énergétique.....	6
I.2.2 Intérêts et limites de l'activité physique et sportive .....	10
I.3 EVALUATION ET DEPISTAGE DES MALADIES CARDIOVASCULAIRES .....	13
I.3.1 L'Epreuve d'effort.....	13
I.3.2 Les autres examens .....	16
I.3.2.1 L'échographie cardiaque de repos .....	17
I.3.2.2 Les tests de stress de deuxième intention pour l'exploration coronarienne .....	17
I.3.2.3 Investigations complémentaires lors d'une HTA d'effort .....	19
I.3.2.4 Exploration des troubles du rythme ou de conduction : le holter-ECG .....	20
<b>II. MATERIELS ET METHODES</b> .....	<b>21</b>
II.1 SUJETS .....	21
II.2 QUANTIFICATION DES FACTEURS DE RISQUE CARDIOVASCULAIRE.....	23
II.3 QUANTIFICATION DE L'ACTIVITE PHYSIQUE .....	23
II.4 L'EXAMEN CLINIQUE, L'ELECTROCARDIOGRAMME ET L'EPREUVE FONCTIONNELLE RESPIRATOIRE.....	23
II.5 LE TEST D'EFFORT .....	24
II.5.1 Les conseils préalables à la réalisation de l'épreuve d'effort .....	24
II.5.2 La réalisation du test .....	24
II.5.3 Anomalies retenues .....	26
II.6 SUIVI DES SUJETS.....	27
II.7 ANALYSE STATISTIQUE.....	28
<b>III. RESULTATS</b> .....	<b>29</b>
III.1 CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION ETUDIEE .....	29
III.1.1 Effet de l'âge .....	29
III.1.2 Les facteurs de risque cardiovasculaire .....	30
III.1.3 L'analyse de l'indice de masse corporelle.....	31
III.1.4 L'analyse de la VO <sub>2</sub> .....	31
III.1.5 Le niveau d'entraînement .....	32
III.3 RESULTATS DU TEST D'EFFORT.....	34

III.4 SUITES DONNEES EN CAS D'EPREUVES D'EFFORT ANORMALES .....	36
III.4.1 Caractéristiques des sujets ayant eu une épreuve d'effort anormale.....	36
III.4.2 Profil tensionnel d'effort anormal .....	37
III.4.3 Troubles du rythme ou de la conduction .....	38
III.4.4 Sous-décalage du segment ST .....	39
III.5 SUIVI DES SUJETS .....	40
<b>IV DISCUSSION .....</b>	<b>41</b>
IV.1 CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION .....	41
IV.2 CARACTERISTIQUES ET RESULTATS DE L'EPREUVE D'EFFORT .....	42
IV.3 CARACTERISTIQUES DES SUJETS AYANT UN TEST D'EFFORT ANORMAL .....	44
IV. 4 SUITES DONNEES POUR LES EPREUVES D'EFFORT ANORMALES .....	45
IV.5 SUIVI DES SUJETS .....	46
IV.6 PLUSIEURS LIMITES .....	47
<b>V. CONCLUSION .....</b>	<b>48</b>
<b>VI. RESUMES DE LA THESE .....</b>	<b>51</b>
VI.1 RESUME.....	51
VI.2 ABSTRACT .....	53
<b>VII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>55</b>
<b>VIII. ABREVIATIONS .....</b>	<b>61</b>
<b>IX. ANNEXES.....</b>	<b>63</b>
ANNEXE 1 : MODELES D'ESTIMATION DU RISQUE D'ACCIDENT CORONARIEN A 10 ANS, CHEZ UN PATIENT NE SOUFFRANT PAS DE DIABETE ET NE PRESENTANT PAS DE SIGNES CLINIQUES MANIFESTES DE MALADIE CARDIOVASCULAIRE, A L'AIDE DES DONNEES ISSUES DE L'ETUDE FRAMINGHAM HEART .....	63
ANNEXE 2 : LE RISQUE SCORE DANS LES PAYS A BAS RISQUE (TABLEAU A) ET DANS LES PAYS A HAUT RISQUE (TABLEAU B) DE MALADIES ET DE DECES CARDIOVASCULAIRES D'APRES BORJESSON M. (17) .....	65
ANNEXE 3 : QUESTIONNAIRE, CODES ET METHODES DE CALCUL DES SCORES D'ACTIVITE PHYSIQUE D'APRES BAECKE (43) .....	66
ANNEXE 4 : LETTRE ADRESSEE AUX MEDECINS POUR SUIVI DES CONSULTANTS EN POST-EPREUVE D'EFFORT.....	67
<b>X. LISTE DES PROFESSEURS ET DES MAITRES DE CONFERENCE UNIVERSITAIRES – PRATICIEN HOSPITALIER.....</b>	<b>69</b>

## **Liste des tableaux**

TABLEAU 1 : Les facteurs de risque cardiovasculaire majeurs d'après Framingham (30) et SCORE (31).....	4
TABLEAU 2 : Critères d'arrêt de l'épreuve d'effort (23) .....	14
TABLEAU 3 : Indications et inconvénients de l'épreuve d'effort sur tapis roulant .....	15
TABLEAU 4 : Caractéristiques de l'épreuve d'effort .....	30
TABLEAU 5 : Répartition des différents FRCV et traitements .....	31
TABLEAU 6 : Caractéristiques de la population étudiée .....	32
TABLEAU 7 : Caractéristiques des sujets ayant eu une EE anormale .....	36

## **Liste des figures**

FIGURE 1 : Evaluation de la mortalité des sédentaires, des personnes actives et très actives selon leur niveau de condition physique ou <i>fitness</i> d'après Blair S. N. (44).....	8
FIGURE 2 : Illustration schématique démontrant les différentes relations entre le niveau d'activité physique (défini en minutes de participation/semaine) ou l'énergie dépensée par semaine et les bénéfices retrouvés sur la santé d'après Haskell (45).....	9
FIGURE 3 : probabilité « pré-test » et « post-test » d'avoir des lésions coronaires scintigraphie vs ECG d'effort d'après Epstein SE (61) .....	16
FIGURE 4 : Sensibilité et spécificité de l'échocardiographie d'effort, de la scintigraphie myocardique d'effort et de l'ECG d'effort dans la détection de la coronaropathie d'après Fleischmann (62) ..	18
FIGURE 5 : Flow Chart : Inclusion des dossiers.....	22
FIGURE 6 : Modifications de l'ECG à l'effort .....	26
FIGURE 7 : répartition des APS pratiquées par les sujets .....	33
FIGURE 8 : Résumé des anomalies constatées lors de la réalisation de l'épreuve d'effort.....	34
FIGURE 9 : Suites données lors d'un profil tensionnel d'effort anormal.....	37
FIGURE 10 : Suites données en cas d'apparition de troubles du rythme ou de la conduction lors de la réalisation de l'épreuve d'effort .....	38
FIGURE 11 : Suites données en cas de sous-décalage du segment-ST : 71 sujets (39,4%) .....	39
FIGURE 12 : Suivi des sujets.....	40

## I. INTRODUCTION

Depuis une trentaine d'années, plusieurs études ont montré que la pratique régulière et modérée d'une activité physique réduisait la mortalité globale notamment celle liées aux maladies cardiovasculaires (1–4). En effet, l'activité physique, surtout à dominante aérobie, modifie différents facteurs de risque de maladies coronariennes ou cardiovasculaires : amélioration de la sensibilité à l'insuline, du profil lipidique, de la pression artérielle, de la fonction endothéliale et amélioration de la balance ortho-parasympathique (5,6). Ainsi, pour prévenir et réduire les risques cardiovasculaires, plusieurs sociétés savantes ont recommandé la pratique d'une activité physique de volume et d'intensité modérés (20 à 30 minutes à raison de 3 à 5 fois par semaine) (7–9). Ces recommandations ont été reprises par les autorités de santé américaines et européennes pour inciter les publics à risque à un mode de vie moins sédentaire (8,10).

Cependant, il a été également montré que l'effort musculaire intense (EMI) augmente le risque d'évènements cardiaques (11), y compris le risque de mort subite notamment chez les sujets ayant une pathologie cardiovasculaire sous-jacente (12). Effectivement, la maladie coronarienne est la cause principale de survenue d'évènements cardiaques déclenchés par l'EMI chez les hommes de plus de 40 ans, non seulement chez ceux peu habitués à fournir un effort de ce type (13) mais également chez des athlètes séniors très entraînés comme les marathoniens (14,15) ou les triathlètes (16) par exemple.

Ainsi, le rapport risque-bénéfice de l'activité physique, même s'il est globalement favorable, varie en fonction de l'âge, de la condition physique, du niveau d'entraînement et des facteurs de risque cardiovasculaire des individus (17).

De ce fait, dans une population pratiquant une activité physique plus ou moins intense, le dépistage des individus à risque d'évènements (maladies cardiovasculaires, morts subites) devient un élément important dans la protection de ces sportifs bien que l'incidence de ces évènements soit faible (11,12,18). Idéalement, un screening complet associant l'évaluation des facteurs de risque cardiovasculaire (échelle SCORE, grille de Framingham), l'examen clinique, l'électrocardiogramme de repos (19) et des examens permettant d'évaluer la réserve coronarienne dont l'épreuve d'effort, permettraient de mieux dépister les personnes à risque d'évènements coronariens lors de l'EMI (20–22). Mais, étant donné le nombre de pratiquants potentiels et la faible valeur prédictive positive de ces examens, il convient de réserver ces

examens complémentaires aux individus ayant les risques les plus élevés. Alors qu'il est pertinent de réaliser une évaluation de la réserve coronarienne chez des sujets symptomatiques (douleur thoracique, dyspnée d'effort, diminution inexplicée des performances), cela paraît plus discutable chez des sujets asymptomatiques.

Ainsi, la réalisation systématique d'une épreuve d'effort chez les sujets avec des facteurs de risque mais asymptomatiques fait particulièrement débat même si plusieurs sociétés savantes (8,17,23) la recommandent.

En effet, l'épreuve d'effort est un examen non invasif, peu onéreux et expose les sujets à des risques faibles (24). Elle permet d'évaluer non seulement la réserve coronarienne mais aussi les adaptations tensionnelle, chronotrope et rythmique. Elle permet également de mesurer directement ou indirectement la consommation maximale d'oxygène qui est un facteur indépendant de risque d'évènement cardiovasculaire (25–27). Pour le dépistage de l'ischémie coronarienne, elle a une bonne valeur prédictive négative mais sa valeur prédictive positive est faible notamment pour les sujets à bas risque cardiovasculaire ce qui nécessite, en cas d'anormalité du test, la prescription d'examens complémentaires pour étayer le résultat (28), et entraîne un rapport coût-bénéfice élevé (20). Cependant, une étude a montré que des hommes asymptomatiques avec au moins un risque coronarien et deux anomalies à l'EE (douleur thoracique, faible durée d'exercice, incompetence chronotrope et sous-décalage du segment ST) avaient 30 fois plus de risque d'avoir un évènement cardiaque dans les cinq années suivant l'épreuve (29).

En résumé, la pertinence clinique de la réalisation de l'épreuve d'effort systématique chez les sujets asymptomatiques repose sur un faible niveau de preuve, bien que cet examen soit recommandé par les experts. Elle est d'autant plus discutable chez des sujets sportifs qui ont un risque cardiovasculaire diminué par la pratique sportive et de l'excellent niveau de condition physique. Par ailleurs, cette population est peu étudiée dans la littérature (21).

Ainsi, nous avons décidé d'étudier les apports de l'épreuve d'effort chez tous les hommes d'au moins 40 ans, asymptomatiques, sans antécédent coronarien, reprenant ou poursuivant une activité physique, présentant ou non des FRCV et ayant consulté dans l'unité médicale « sports et pathologies » du CHU de Grenoble, durant quatre années consécutives.

En premier lieu, nous avons analysé rétrospectivement l'apport de l'épreuve d'effort pour dépister les risques ischémiques et les troubles de l'adaptation tensionnelle ou rythmique. Dans un deuxième temps, nous avons évalué son impact à distance sur la modification des traitements et sur l'incidence de survenue d'évènements cardiocirculatoires ou de gestes de revascularisation.

### **I.1 Facteurs de risque cardiovasculaire et leurs méthodes d'évaluation**

Malgré une diminution régulière depuis une trentaine d'années du nombre de décès liés aux évènements cardiovasculaires, ceux-ci restent une des principales causes de mortalité en France. L'objectif de la prévention cardiovasculaire est de diminuer la morbi-mortalité liée aux évènements cardiovasculaires en déterminant des seuils d'intervention thérapeutique.

Leur dépistage et leur contrôle sont important pour réduire la morbi-mortalité cardiovasculaire (30).

### I.1.1 Les différents facteurs de risque cardiovasculaire

Ils sont habituellement répartis en FRCV majeurs, modifiables ou non, et FRCV non classiques.

*Les facteurs de risque cardiovasculaire majeurs :*

NON MODIFIABLES	MODIFIABLES
<u>Age</u> : homme > 35-45 ans, femme ménopausée	<u>Tabagisme</u> : quelque soit la consommation
<u>Sexe</u> : homme > femme	<u>L'hypertension artérielle</u> : PA > 140/90
<u>Hérédité de la maladie coronarienne</u>	<u>Dyslipidémie</u> :  <u>LDL-cholestérol</u> > 1,60 g/L (soit 4,1 mmol/L)  <u>HDL-cholestérol</u> < 0,35 g/L (soit 0,9 mmol/L)
<u>Antécédents personnels de maladie CV</u>	<u>Diabète</u>
	<u>Surcharge pondérale</u> : IMC > 27,5 kg/m <sup>2</sup>
	<u>Sédentarité</u> *

**TABLEAU 1 : Les facteurs de risque cardiovasculaire majeurs d'après Framingham (30) et SCORE (31).**

*Légende* : CV : CardioVasculaire ; HDL : High Density Lipoprotein ; IMC : Indice de Masse Corporelle ; LDL : Low Density Lipoprotein ; PA : Pression Artérielle

\*sédentarité : ensemble de comportements entraînant une dépense énergétique proche des valeurs du métabolisme de base.

### ***Les marqueurs de risque cardiovasculaires non classiques***

Ils regroupent l'hypersensibilité de la protéine C-Réactive, l'index de pression systolique bras-cheville, le taux sanguin de leucocytes, la glycémie à jeun, l'état du parodonte, l'épaisseur intima-media de la carotide : *carotid IMT* (32) (marqueur de la fonction endothéliale), la calcification de l'artère coronaire (*Coronary Artery Calcification : CAC*), le *score on electron-beam computed tomography (EBCT)*, l'homocystéinémie et le taux sanguin de lipoprotéine a (33,34).

#### **I.1.2 Les méthodes d'évaluation du risque cardiovasculaire :**

L'évaluation du risque cardiovasculaire global est important, afin d'optimiser la prise en charge des sujets à haut risque. Plusieurs méthodes sont recommandées pour évaluer le risque cardiovasculaire.

#### ***La sommation des facteurs de risque***

En France, les grilles d'évaluation du RCV proposées par les Autorités de Santé reposent sur une appréciation qualitative des marqueurs de risque. Dans les recommandations françaises de l'AFSSAPS pour la prise en charge thérapeutique du patient dyslipidémique (35), il est proposé de sommer les facteurs de risque présents parmi l'âge, le tabagisme, les antécédents familiaux de maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2, le HDL-cholestérol, l'hypertension artérielle permanente afin de distinguer les personnes ayant 0, 1, 2 ou au moins 3 facteurs de risque (Cf. tableau 1).

#### ***La grille d'évaluation du risque de Framingham*** (30,36) (Cf. ANNEXE 1)

Cette autre méthode d'évaluation du RCV prend en compte des variables quantitatives et qualitatives. Cette grille a été la première proposée, elle évolue régulièrement pour être adaptée aux nouvelles données issues de la cohorte de Framingham (35). Elle prend en compte un faible nombre de variables quantitatives et qualitatives. Dans sa version la plus récente, les variables quantitatives sont l'âge, le LDL-Cholestérol, le HDL-cholestérol, les pressions artérielles systolique et diastolique. Les variables qualitatives sont le sexe mais surtout le diabète et le tabac. A chaque valeur de ces variables est affecté un nombre de points dont la somme permet d'obtenir un score. Ce score permet de calculer le risque cardiovasculaire absolu à 10 ans. Un score > 20% est considéré comme à haut risque.

### ***La grille SCORE*** (31) (Cf. ANNEXE 2)

La Société Européenne de Cardiologie a promu un projet intitulé SCORE (*Systematic Coronary Risk Evaluation*) afin d'effectuer une synthèse des études européennes disponibles. Elle propose une grille d'évaluation du risque cardiovasculaire adaptée aux populations européennes dans une publication de 2003 (37). Le projet a pris en compte les données provenant d'études effectuées dans 12 pays européens. La grille de risque obtenue repose sur des critères d'évaluation simples : l'âge, le sexe, le statut tabagique, la cholestérolémie totale et la pression artérielle systolique (Cf ANNEXE 2). A partir des différentes données recueillies, il a été possible de construire quatre grilles de risque de décès cardiovasculaire à 10 ans (une grille pour l'homme et une pour la femme, chacune étant adaptée pour les régions à haut risque et pour les régions à faible risque). A la différence de Framingham, seule est prise en compte la mortalité cardiaque et non plus le risque de tous les événements coronariens : de ce fait, un RCV élevé est une valeur SCORE supérieure à 5%. (Dans les grilles du type de celle de Framingham, un risque cardiovasculaire élevé est un risque d'évènements coronariens (fatals ou non) supérieur à 20%). Suite à la publication des résultats du projet SCORE, de nouvelles recommandations pour la prévention cardiovasculaire ont été soumises par la Société Européenne de cardiologie. Elles proposent de quantifier le risque des patients dans le cadre de la prévention primaire à partir de la grille SCORE adaptée aux pays européens à fort ou faible risque. Il est donc possible d'évaluer le risque cardiovasculaire des résidents français en utilisant la grille SCORE adaptée aux pays du Sud de l'Europe (37,38).

## **I.2 L'activité physique**

L'activité physique, d'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), correspond à « tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques, entraînant une dépense d'énergie supérieure à celle du repos ».

### **I.2.1 La dépense énergétique** (8,39)

Une étude a démontré que la condition physique dépend du niveau d'activité physique (40,41). En effet, seul un tiers de la condition physique est expliquée par des facteurs génétiques (40,42). Le reste dépend du type d'activité physique sportive pratiquée, de son intensité, de sa durée ainsi que de la régularité et de la fréquence de cette pratique.

Ainsi, on peut classer l'activité physique en trois niveaux : les activités de loisir (sport, entraînement ou compétition sportive), les activités domestiques (bricolage, jardinage, activités ménagères...) et les activités professionnelles (professeur de sport, activités sur chantier ou dans un bureau : sédentaire ou actif).

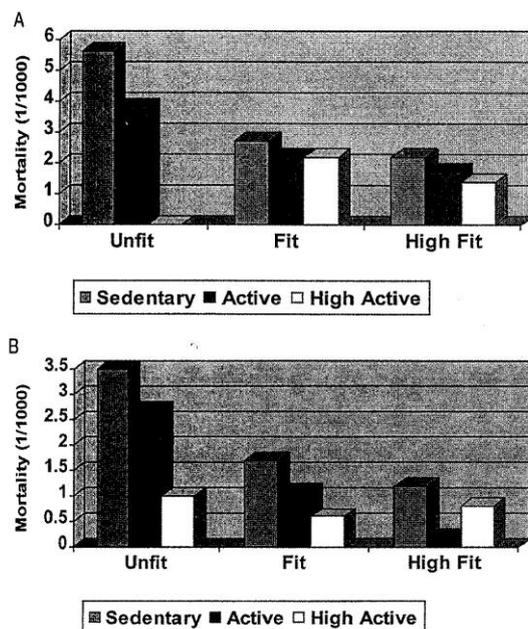
L'activité physique reste tout de même difficile à quantifier (Cf. ANNEXE 3) (43).

Par ailleurs, il faut distinguer la condition physique ou *fitness* (évaluée par la mesure de VO<sub>2</sub>), qui correspond aux capacités fonctionnelles du sujet, de l'entraînement. Ce dernier est quantifié en nombres d'heures par semaine, même si cela varie selon le type de sport pratiqué.

Ainsi, on peut proposer quatre catégories pour les sports d'endurance (8):

- Peu entraîné : < 3 heures/ semaine
- Entraîné : entre 3 et 6 heures/ semaine
- Très entraîné : entre 6 et 9 heures/ semaine
- Hyper entraîné : > 9 heures/ semaine

De ce fait, on peut plus facilement évaluer et comparer le taux de mortalité de différents profils de personnes (sédentaires, peu actifs et très actifs) selon le degré de condition physique ou *fitness* des sujets.



**FIGURE 1 : Evaluation de la mortalité des sédentaires, des personnes actives et très actives selon leur niveau de condition physique ou *fitness* d'après Blair S. N. (44)**

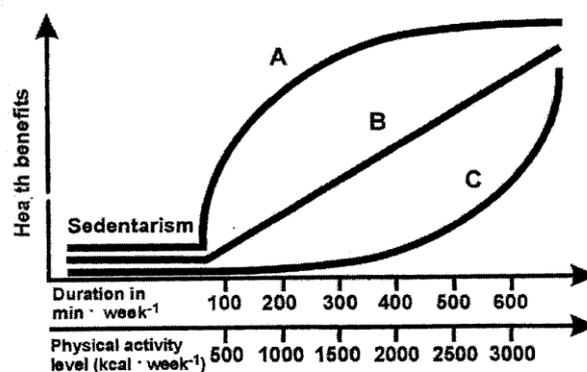
Cependant, la quantification de la dépense énergétique en METs (*Metabolic Equivalent of Task*) paraît plus appropriée quand on s'intéresse à l'impact des FRCV sur l'organisme.

Ainsi, l'intensité de l'activité physique est exprimée en valeur absolue ou relative au maximum d'un individu ( $VO_{2max}$   $FC_{max}$ ...). On utilise l'équivalent métabolique (*Metabolic Equivalent of Task* ou *MET*) qui correspond au rapport entre le coût énergétique d'une activité donnée et la dépense énergétique de repos, afin d'uniformiser la dépense énergétique pour chaque individu (1 MET = 3,5 mL/min/kg d'oxygène consommé). Ainsi, 10 METs sont équivalents à 35 mL/kg/min ce qui correspond à une vitesse de 10km/h en course à pied par exemple : on obtient donc l'équivalence 1 MET = 1 km/h. Cette méthode de calcul de la dépense énergétique permet une comparaison entre tous les individus, qu'il existe ou non une activité physique.

De ce fait, on peut aussi classer l'APS selon l'intensité de l'effort musculaire en valeur absolue (8) :

- Faible (*Light*) :  $APS < 3.0$  METs
- Modérée (*Moderate*) :  $3.0 < APS < 6.0$  METs
- Importante (*Vigorous*) :  $APS > 6$  METs

Ainsi, il est possible de mettre en évidence une relation dose-effet entre l'activité physique pratiquée et l'apparition d'évènement cardio-vasculaire.



**FIGURE 2 : Illustration schématisant les différentes relations entre le niveau d'activité physique (défini en minutes de participation/semaine) ou l'énergie dépensée par semaine et les bénéfices retrouvés sur la santé d'après Haskell (45)**

Ce schéma met en évidence trois modèles de relations théoriques qui peuvent exister entre l'activité physique pratiquée et les bénéfices sur le système cardiovasculaire :

- L'activité physique a un effet majeur sur le système cardiovasculaire (Modèle A). Cela entraînerait une diminution des évènements cardiovasculaires même avec une pratique faible d'AP (46).
- Il existe une relation linéaire et proportionnelle entre le temps d'activité physique et les bienfaits sur le système cardiovasculaire (Modèle B).
- Le modèle C montre qu'il faut une pratique physique importante en volume et en intensité pour avoir un bénéfice sur la santé. C'est probablement le cas pour la réduction pondérale et les effets sur le syndrome métabolique (47).

## **I.2.2 Intérêts et limites de l'activité physique et sportive**

### ***Risque de la sédentarité et bénéfice de l'activité physique***

Au cours de l'évolution, notre organisme s'est adapté pour marcher, courir, porter des charges,... pour survivre. Notre mode de vie actuelle, avec des déplacements motorisés et des machines pour effectuer les travaux physiquement pénibles, sollicite de moins en moins nos capacités physiques. Ces progrès facilitent notre vie, mais ils présentent un aspect négatif pour notre santé. En effet, ils conduisent à des comportements sédentaires et favorisent ainsi l'apparition des maladies cardiovasculaires (obésité, diabète, HTA, IDM, AVC,...) (10).

Par définition, le comportement sédentaire ou l'inactivité physique sont caractérisés par un état pendant lequel les mouvements sont réduits au minimum et la dépense énergétique est proche du métabolisme de repos. (Regarder la télévision, lire, travailler sur un ordinateur, conduire une voiture... entrent dans cette catégorie).

Cette sédentarité est très répandue dans nos pays industrialisés, et elle augmente dans le reste du monde à la faveur de l'urbanisation. Dans l'étude INTERHEART réalisée dans 52 pays, seulement 19% des personnes en bonne santé pratiquaient régulièrement quatre heures d'activité physique par semaine (48).

Depuis les premières publications de Morris (49,50) chez les postiers et conducteurs de bus londoniens et de Paffenbarger (51,52) chez les dockers de San Francisco et les anciens étudiants d'Havard, de nombreuses études ont confirmé les bienfaits des activités physiques pour la santé et, inversement, le risque de maladie lié à la sédentarité. Globalement, les personnes physiquement inactives ont deux fois plus de problèmes cardiovasculaires que les personnes actives (1).

Il n'existe pas de seuil universellement admis pour définir l'inactivité physique. Dans la Seven Countries Study, par exemple, cette catégorie regroupait des personnes les moins actives qui ne pratiquaient que des activités de loisir de faible intensité (lire, regarder la télévision) et un travail assis, sans exigence physique, sans déplacement à pied ou à vélo (53). On peut aussi considérer comme sédentaires tous ceux qui pratiquent moins de trente minutes

d'activité physique continue par semaine (46,54). Néanmoins, ce seuil reste discutable sur les effets cardiovasculaires (46)

On observe que les bienfaits des activités physiques commencent déjà avec une intensité modérée et une durée modeste : la marche et les activités dès 4 METs ou une heure de course à pied par semaine diminuent significativement le risque cardiovasculaire (55).

Seulement, les activités physiques ne sont bénéfiques qu'à condition de les pratiquer de façon prolongée! Il ne suffit pas d'avoir été sportif, encore faut-il maintenir ses activités, pour diminuer son risque de mortalité globale (52).

Ainsi, l'activité physique diminue l'incidence des maladies cardiovasculaires et de la morbi-mortalité associée (1,2,56). D'une part, elle est associée à un mode de vie sain ; les personnes actives fument moins, sont plus sveltes et sont en général plus soucieuses de leur santé. D'autre part, la pratique des activités physiques modifie favorablement la plupart des facteurs proathérogènes : hypertension artérielle, obésité, diabète, dyslipidémie, tabagisme, stress,...(5,6). Enfin, il est possible qu'un organisme bien adapté pour effectuer des efforts physiques résiste mieux aux événements cardiaques et au stress qu'ils induisent : par exemple en élevant moins sa fréquence cardiaque et sa tension artérielle, en augmentant les réserves métaboliques (Acides Gras, glycogène), celles-ci devenant plus facilement mobilisables (élément très important en cas de détresse vitale).

L'activité physique reste donc un moyen idéal et efficace pour lutter contre les maladies cardiovasculaires, simple, disponible et accessible à presque tous. Elle contrecarre les effets de la sédentarité et améliore les nombreux FRCV. Pour un coût inférieur à celui des médicaments et d'autres interventions, ses effets sont souvent supérieurs.

### ***Risques de l'activité physique et précautions***

Malgré tous les bénéfices que l'on peut obtenir de l'activité physique, celle-ci ne reste pas sans risque. En effet, la mort subite (MS) d'un sportif au cours de ses activités, en direct à la télévision ou relatée dans les journaux, frappe l'imagination. Elle suscite des interrogations compréhensibles : le sport est-il dangereux ? Peut-on réellement le recommander à tous, y compris au-delà d'un certain âge ou en cas de problèmes cardiaques ? Comment pratiquer des activités physiques en toute sécurité ?

Rappelons d'abord que la mort subite à l'effort est très rare. Dans l'étude réalisée chez 21481 médecins américains de plus de 40 ans suivis pendant douze ans, on relève environ un cas pour 1 400 000 heures d'activité physique soutenue (11). Même si ce risque est plus élevé que pendant les heures de repos ou d'activité de la vie courante (un décès pour 23 millions d'heures), il se concentre surtout chez les personnes qui ne pratiquent que rarement des activités physiques. Statistiquement, sur une journée, les personnes actives ont plus de risque de mourir subitement au cours des vingt-trois heures de repos que pendant leur heure d'entraînement. Une activité physique soutenue peut augmenter transitoirement le risque d'infarctus du myocarde, mais dans ce cas également, le risque est surtout élevé pour les personnes les moins actives. Le bénéfice d'un entraînement régulier, à intensité modérée devient ainsi évident. Se pose alors la question de la reprise des activités chez les sédentaires. Peut-on les encourager sans les exposer à un risque excessif ?

Avant 40 ans (57), les causes les plus fréquentes de mort subite sont la cardiomyopathie obstructive (36%), les anomalies congénitales des artères coronaires (13%), la dysplasie arythmogène du ventricule droit (3%) et plus rarement la dissection aortique (par exemple dans les syndromes de Marfan), la myocardite, le syndrome du QT long ou le syndrome de Brugada entre autres. Par ailleurs, dans 15% des cas, la cause de mort subite n'est pas trouvée (58).

Après 40 ans, la mort subite est le plus souvent secondaire à une maladie coronarienne, connue ou non (17). Une activité intense peut déclencher la rupture d'une plaque d'athérosclérose et augmenter transitoirement l'agrégation plaquettaire, occasionnant un infarctus. Elle peut également favoriser le déclenchement d'une tachycardie ventriculaire ou d'une fibrillation ventriculaire sur un myocarde ischémique ou nécrosé, en raison de la forte

activation du système nerveux sympathique pendant l'effort, de l'abaissement du seuil de déclenchement des arythmies et éventuellement de la déshydratation avec troubles électrolytiques.

Toutes ces considérations mènent à la recommandation de privilégier une intensité modérée et une pratique régulière pour les activités physiques.

### **I.3 Evaluation et dépistage des maladies cardiovasculaires**

Un examen clinique et un électrocardiogramme permettent de détecter les maladies cardiovasculaires (21). En cas de doute, d'antécédents de syncope ou de malaise à l'effort, d'anomalie électrocardiographique ou d'une histoire familiale de mort subite, une échographie cardiaque de repos est indiquée, parfois complétée par d'autres examens complémentaires spécialisés. Dès l'âge de 40 ans (ou 35 ans chez les fumeurs et les diabétiques), un test d'effort est également recommandé avant la reprise des activités physiques (9). Il permet de déceler une maladie coronarienne méconnue et fournit l'occasion de prodiguer conseils et encouragements au moment propice.

#### **I.3.1 L'Epreuve d'effort (23)**

Cet examen a longtemps souffert d'une mauvaise réputation - alors que les risques d'une épreuve d'effort bien conduite restent considérablement inférieurs à ceux d'une exploration invasive, particulièrement chez les personnes âgées, polyathérométeuses – mais surtout reste « critiquée et critiquable » en raison d'une performance diagnostique et pronostique imparfaite (10 à 20% de faux positifs ou de faux négatifs). Ces chiffres doivent être tempérés par le fait que les patients les plus graves échappent rarement au « crible diagnostique » d'une épreuve d'effort bien conduite, et surtout que le test d'effort reste un instrument incontournable du suivi de la plupart des patients coronariens ou sportifs asymptomatiques (29).

Des conférences de consensus sur la responsabilité juridique dans le cadre de la réalisation de cette examen ont été proposées il y a une quinzaine d'années (24,59).

Par ailleurs, il est important de distinguer les épreuves d'effort réalisées dans les unités cardiologiques de celles réalisées dans les unités de médecine du sport. En effet, les tests réalisés en unité de cardiologie ne sont pas toujours maximaux car l'épreuve est souvent interrompue lorsque la fréquence cardiaque du patient atteint 80% de sa valeur théorique maximale. Ceci peut sous-estimer la positivité du test, les anomalies pouvant survenir au-delà, surtout chez des sujets pratiquant régulièrement un EMI. Dans les unités de médecine du sport, l'arrêt du test se fait selon les critères cités ci-dessous.

<b>Critères d'arrêt impératifs</b>	<b>Critères d'arrêt relatifs</b>	<b>Critères d'arrêt physiologiques</b>
Douleur angineuse intense et croissante	Douleur thoracique modérée	Fréquence cardiaque maximale théorique
Chute tensionnelle (ou absence de montée lors de 2 paliers successifs) ou PAS > 260 mmHg	Changement d'axe du QRS marqué	Epuisement musculaire
Troubles conductifs (bloc sino-auriculaire, BAVII ou III)	ESV polymorphes	Essoufflement majeur
Tachycardie ventriculaire soutenue, fibrillation ventriculaire	Troubles du rythme supra-ventriculaire	
Sus-décalage brutal (type Printzmétal)	Sous-décalage d'apparition rapide et important	
Signes de bas débit (cyanose, pâleur, troubles cérébraux)		
Impossibilité technique de surveiller l'ECG ou la tension artérielle		
Demande impérative du patient		

**TABLEAU 2 : Critères d'arrêt de l'épreuve d'effort (23)**

*Légende : BAV : Bloc AuriculoVentriculaire ; ECG : ElectroCardioGramme ; ESV : ExtraSystole Ventriculaire ; PAS : Pression Artérielle Systolique*

Enfin, on peut séparer les épreuves d'effort réalisées sur tapis de celles réalisées sur bicyclette ergométrique (60) (Cf. tableau 3).

INDICATIONS	INCONVENIENTS
Epreuve de base en cas de faiblesse musculaire relative (femme, enfants)	Pas de contrôle tensionnel. ECG moins stable (parasitage du tracé)
Patients ne sachant pas pédaler (exceptionnel)	Apprentissage (sujets âgés)
Athlètes et sportifs de course à pied : suivi d'entraînement	Risque de chute
Artérite (quantification du périmètre de marche)	Prix élevé
Stimulateur cardiaque asservi à l'activité musculaire	Bruyant

**TABLEAU 3 : Indications et inconvénients de l'épreuve d'effort sur tapis roulant  
D'après « L'épreuve d'effort en cardiologie et en pneumologie » Douard H., Préfaut C.  
(nov 1997)**

*Légende : ECG : ElectroCardioGramme*

De plus, les données de l'épreuve d'effort obéissent aux lois bayésiennes (Cf. figure 3). Ainsi, la valeur prédictive positive est d'autant plus faible que la prévalence de la maladie est faible (nombre élevé de faux positifs), et réciproquement. En effet, plus le nombre de sujets sains est grand au sein de la population, plus on obtient de faux positifs. C'est notamment le cas pour la population d'hommes sportifs sans antécédent coronarien et sans facteur de risque CV.

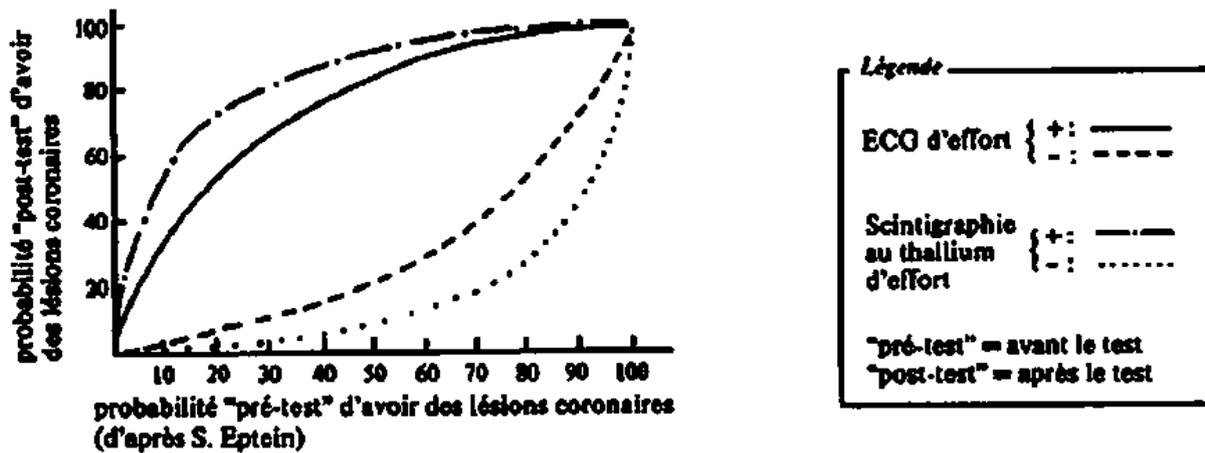


FIGURE 3 : probabilité « pré-test » et « post-test » d'avoir des lésions coronaires scintigraphie vs ECG d'effort d'après Epstein SE (61)

*Légende : ECG : ElectroCardioGramme*

### I.3.2 Les autres examens

L'épreuve d'effort est souvent préconisée pour dépister des anomalies coronaires. Mais, elle peut aussi retrouver des anomalies des adaptations tensionnelle et chronotrope à l'effort, même si l'infarctus reste la première cause de décès. Les anomalies tensionnelle et chronotrope peuvent, elles aussi, être délétères dans le cadre de la pratique d'une activité physique sportive. C'est pourquoi, d'autres examens peuvent être nécessaires pour poursuivre les investigations suite à la découverte d'anomalies quelles qu'elles soient au cours du test d'effort.

### **I.3.2.1 L'échographie cardiaque de repos**

Elle est réalisée par un cardiologue en cas d'anomalie sur un tracé cardiaque de repos de type hypertrophie ventriculaire gauche ou devant la découverte d'un souffle cardiaque chez un patient. Elle permet de rechercher d'anomalies morphologiques pouvant expliquer ces éléments cliniques.

### **I.3.2.2 Les tests de stress de deuxième intention pour l'exploration coronarienne**

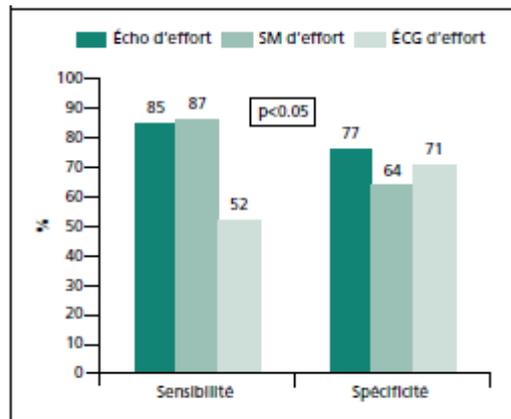
#### ***L'échocardiographie d'effort***

Cet examen est réalisé en complément d'un test d'effort avéré pathologique. Il permet d'étudier le muscle cardiaque à l'effort et recherche une éventuelle hypertrophie ventriculaire gauche, une dyskinésie du muscle cardiaque ou une anomalie valvulaire.

#### ***La scintigraphie d'effort***

C'est l'examen non invasif de deuxième intention en cas de suspicion de coronaropathie, en dehors d'un test d'effort d'emblée très pathologique justifiant une coronarographie rapide. Le plus souvent, il permet de trancher après une épreuve d'effort douteuse, autorisant ou non la poursuite d'une activité physique sportive. L'utilisation quasi exclusive des traceurs technitiés a éliminé les anciens tests isotopiques faussement positifs rapportés avec le thallium. Les suspicions de myocardites sont désormais mieux évaluées par l'IRM.

La scintigraphie apporte un peu plus de sensibilité et de spécificité (gain de spécificité et sensibilité d'environ 10% par rapport à l'épreuve d'effort). Cependant la scintigraphie est un examen irradiant, beaucoup plus coûteux.



**FIGURE 4 : Sensibilité et spécificité de l'échocardiographie d'effort, de la scintigraphie myocardique d'effort et de l'ECG d'effort dans la détection de la coronaropathie d'après Fleischmann (62)**

*Légende : ECG : ElectroCardioGramme ; SM : Scintigraphie Myocardique*

### ***Scanner et IRM cardiaques***

Ces examens ont pris une place considérable en cardiologie du sport, notamment l'IRM en raison de son caractère non irradiant. Cet examen est le plus fiable pour la mesure des volumes cavitaires et surtout de la masse cardiaque, permettant de trancher en particulier entre l'hypertrophie adaptative à une activité sportive soutenue et l'hypertrophie ventriculaire gauche pathologique. L'hypertrophie ventriculaire gauche physiologique s'accompagne d'une fonction systolique et diastolique normale, sans anomalie métabolique en spectroscopie ou phosphore 31 ou PET (*Positron Emission Tomography*). Il est possible de réaliser des IRM de stress.

Les indications du scanner sont plus centrées sur la recherche d'une coronaropathie acquise pour les sportifs les plus âgés et surtout d'une anomalie de naissance ou de distribution coronaire pour les sportifs les plus jeunes.

### ***La coronarographie***

Il s'agit d'une technique d'imagerie médicale utilisée en cardiologie pour visualiser les artères coronaires. C'est un examen médical complémentaire invasif qui utilise la technique de radiographie aux rayons X et l'injection d'un produit de contraste iodé. La coronarographie, même si elle peut paraître lourde en moyen, reste irremplaçable. C'est l'examen le plus précis et il reste le gold standard. Cette technique permet en plus de traiter une lésion sténosante par angioplastie dans le même temps.

En dehors des anomalies coronariennes, il peut exister d'autres pathologies qui vont mettre en jeu la santé des sportifs durant un EMI prolongé : les anomalies d'adaptations tensionnelle, chronotrope et rythmique de l'organisme à l'effort.

#### **I.3.2.3 Investigations complémentaires lors d'une HTA d'effort**

##### ***L'automesure tensionnelle***

D'après les recommandations de 2005 de l'HAS (63), les conditions optimales d'utilisation de l'automesure tensionnelle ont été proposées par le Comité Français de Lutte contre l'HTA. Elles constituent la règle dite « des trois » avec trois mesures consécutives en position assise le matin et le soir, pendant trois jours, en période d'activité habituelle. Il est recommandé d'utiliser préférentiellement un appareil de mesure huméral, à choisir parmi la liste des appareils validés.

##### ***Le holter tensionnel***

Il est réalisé soit lors de la découverte d'une hypertension artérielle de repos, soit lorsque le profil tensionnel d'effort est pathologique. Il permet alors de mesurer la pression artérielle du patient sur 24h. Selon le résultat, d'autres examens complémentaires (échographie cardiaque de repos par exemple) seront réalisés et/ou un traitement antihypertenseur sera instauré (63).

#### **I.3.2.4 Exploration des troubles du rythme ou de conduction : le holter-ECG**

Il permet un enregistrement de la fréquence cardiaque sur 24 ou 48 heures, notamment lors d'activités physiques et sportives, bien que les parasitages musculaires ou liés à la transpiration soient fréquents. Il permet de relier les symptômes à un trouble du rythme ou de conduction paroxystique. Souvent, l'indication est consécutive à la constatation fortuite préalable d'une anomalie du cardiofréquence-mètre de plus en plus utilisé par les sportifs d'endurance. Les troubles du rythme paroxystiques supraventriculaires sont loin d'être exceptionnels chez les athlètes vétérans après un long passé d'endurance.

En conclusion, les tests d'effort en laboratoire sont essentiels pour évaluer les capacités d'effort, vérifier l'absence de contre-indication au sport et guider les entraînements. Chez les sportifs vétérans, leur principale indication reste le dépistage d'une coronaropathie silencieuse avec les limites qui ont été précisées. Ces tests permettent également de mettre en évidence des anomalies tensionnelle ou rythmique. La plupart des autres examens ne sont légitimes que dans un contexte de cardiopathie suspectée ou avérée.

## II. Matériels et méthodes (21)

### II.1 Sujets

Sept cent cinquante neuf épreuves d'effort à visée cardiorespiratoires et métaboliques réalisées entre le 01/01/2007 et le 31/12/2010 dans l'unité médicale Sports & Pathologies (CHU de Grenoble) ont été analysées rétrospectivement (Cf. figure 5). Etaient éligibles pour analyse, les épreuves d'effort concernant des sujets masculins âgés de 40 ans et plus, n'ayant jamais eu d'événement cardiocirculatoire (troubles du rythme, coronaropathie ou accident vasculaire cérébral), ni de symptômes cardiovasculaires au repos ou à l'effort et pratiquant ou reprenant une activité sportive de loisir ou de compétition quelque soit leur RCV.

Au final, 556 épreuves d'effort chez des sujets pratiquant ou reprenant une activité physique sportive ayant une durée minimale d'une heure par semaine, en loisir ou en compétition, et dont l'intensité correspondait à un effort musculaire intense ( $> 6$  METs) (8), ont été sélectionnées.

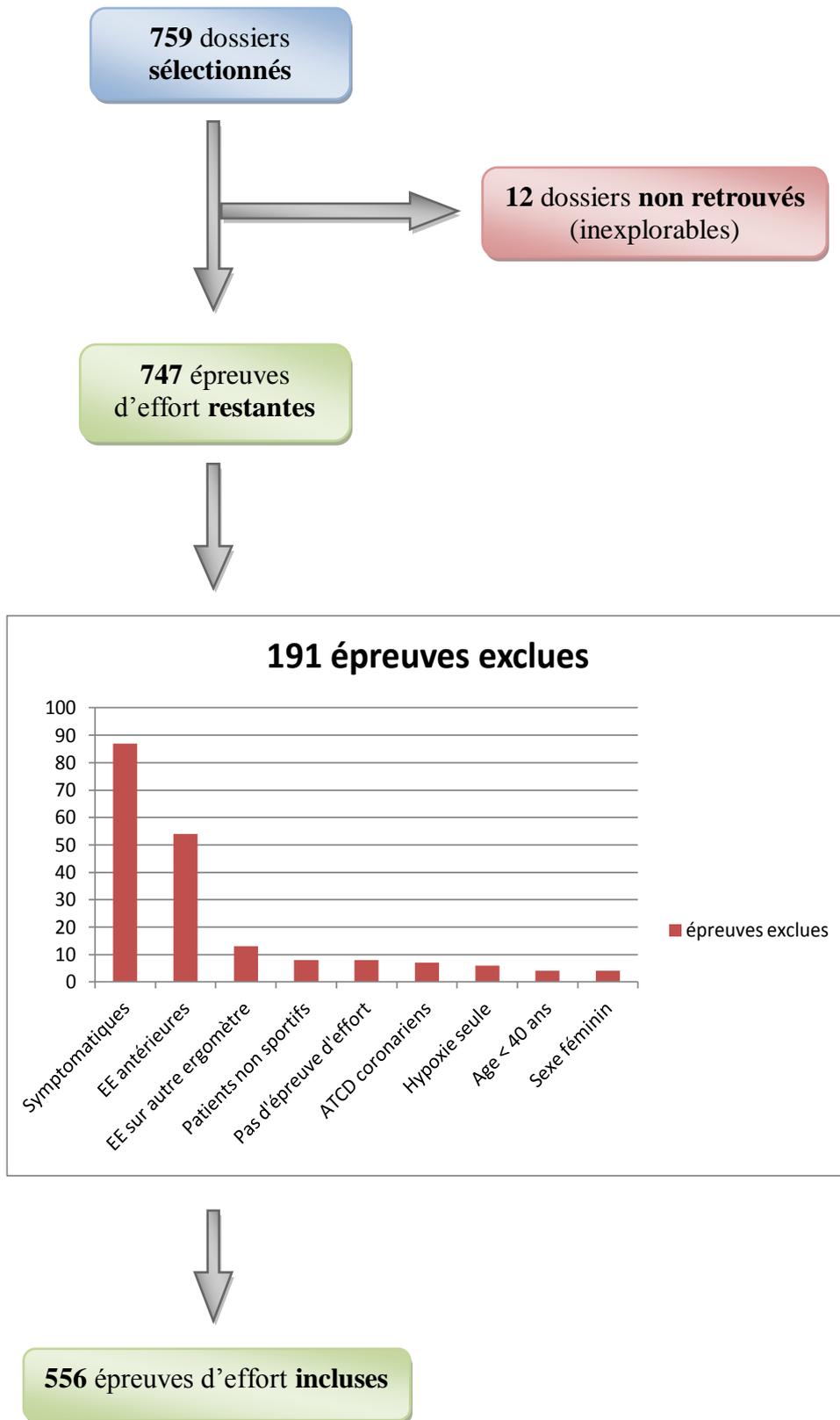
Les caractéristiques de la population sont détaillées dans le tableau 6.

Quatre-cent soixante trois sujets (83%) étaient adressés par leur médecin généraliste référent, les 94 autres par un praticien hospitalier ou libéral spécialiste à savoir : cardiologue, pneumologue, médecin du travail, médecin rééducateur, rhumatologue, ou par le patient lui-même (11 sujets).

Les 191 épreuves d'effort, qui ont été exclues après révision des dossiers, étaient celles réalisées chez des personnes de sexe féminin, chez des sujets ayant déjà eu au moins une épreuve d'effort antérieure dans le période 2007-2010, chez des sujets symptomatiques (dyspnée d'effort, douleur thoracique et/ou palpitations à l'effort, bilan de myalgies,...), chez des sujets non sportifs, ou ayant eu une épreuve qui n'était pas réalisée sur une bicyclette ergométrique (tapis ou avec un ergomètre à bras), ou dont l'âge était inférieur à 40 ans.

Tous les sujets ont bénéficié d'un examen clinique complet, de mesures anthropométriques, d'un enregistrement électrocardiographique (ECG) de repos, d'une spirométrie de repos et d'une épreuve d'effort sur bicyclette ergométrique avec mesure des échanges gazeux.

**FIGURE 5 : Flow Chart : Inclusion des dossiers**



*Légende : ATCD : Antécédents, EE : Epreuves d'Effort*

## **II.2 Quantification des facteurs de risque cardiovasculaire**

Lors de l'interrogatoire réalisé avant l'épreuve d'effort, les différents facteurs de risque cardiovasculaire étaient recueillis pour chaque patient.

Les facteurs de risque cardio-vasculaire pris en compte pour cette étude étaient la consommation actuelle ou ancienne de tabac, l'hypertension artérielle (pression artérielle systolique  $\geq 140$  mmHg et/ou pression artérielle diastolique  $\geq 90$  mmHg ou la prise avérée d'un traitement antihypertenseur), le diabète de type I ou type II (glycémie  $> 1,26$  g/L ou la prise avérée d'un traitement hypoglycémiant), la dyslipidémie (taux de cholestérol total  $> 2$  g/L et/ou taux de LDL-cholestérol  $> 1,6$  g/L et/ou triglycéridémie  $> 1$  g/L ou la prise avérée d'un traitement hypolipémiant), l'histoire familiale de maladies cardio-vasculaires précoces (maladie coronarienne avant 55 ans chez le père ou le frère, avant 65 ans chez la mère ou la sœur, mort subite dans la famille) et le surpoids (indice de masse corporelle (IMC)  $> 27,5$  kg/m<sup>2</sup>). Le risque de mortalité cardiaque à 10 ans a été estimé par la grille SCORE (31).

## **II.3 Quantification de l'activité physique**

L'activité physique sportive de chaque sujet a été convertie en METs/h/semaine pour évaluer de façon homogène la pratique de chacun des sujets inclus (8). Pour se faire, la valeur de VO<sub>2</sub> maximale mesurée à l'issue du test sur bicyclette ergométrique a été multipliée par un facteur correctif de 1,1 (64). Puis, nous avons converti 70% de cette VO<sub>2</sub> maximale corrigée en METs/heure en divisant cette valeur par 3,5. Ainsi, l'activité physique mesurée en METs/heure a été multipliée par le nombre d'heures/semaine réalisées par le sujet (estimation  $> 10$  mois/12). Nous avons donc obtenu une valeur en METs/h/semaine pour quantifier l'activité physique de chaque individu.

## **II.4 L'examen clinique, l'électrocardiogramme et l'épreuve fonctionnelle respiratoire**

Tous les patients ont bénéficié d'un examen médical standardisé comprenant la mesure de la pression artérielle, de la fréquence cardiaque, de la taille, du poids, des quatre plis cutanés (bicipital, tricipital, sous-scapulaire et suprailliaque du côté non dominant) avec un

pourcentage de MG calculé par la méthode de Durnin et Womersley (65,66) et l'auscultation cardio-pulmonaire ainsi que des trajets artériels.

La pression artérielle était mesurée, au repos (depuis 5 minutes au moins), en décubitus dorsal avant l'exercice physique par un Dinamap® et était contrôlée par mesure manuelle si nécessaire.

De plus, chaque sujet bénéficiait d'un ECG de repos 12 dérivations (Schiller AT1). En cas de doute, l'enregistrement était relu par un cardiologue du sport de l'hôpital.

Enfin, avant l'épreuve d'effort, une épreuve fonctionnelle respiratoire (Medisoft µ 5000 NEP) était réalisée pour mettre en évidence d'éventuelles anomalies ventilatoires pouvant limiter la bonne réalisation du test d'effort.

## **II.5 Le test d'effort**

### **II.5.1 Les conseils préalables à la réalisation de l'épreuve d'effort**

Afin d'obtenir une bonne coopération des sujets, il convenait de les informer du déroulement de l'examen, de les conseiller antérieurement de se munir d'une tenue de sport et d'éviter de pratiquer une AP intense 48h avant le test d'effort. Un repas copieux ainsi que les cigarettes devaient être évités dans les 3 heures précédant le test. Les médicaments susceptibles d'influer sur les réponses ischémiques à l'effort devaient être arrêtés préalablement (sauf cas particuliers) dans un délai suffisant, tenant compte de leur demi-vie et en fonction des objectifs du test.

### **II.5.2 La réalisation du test**

Tous les participants réalisaient un test d'effort sur bicyclette ergométrique (Custo.Med MSE) selon un protocole adapté au niveau d'activité physique de chacun. Les paliers d'incrémentations étaient fixes et duraient deux minutes jusqu'à épuisement du sujet. L'objectif était d'obtenir une épreuve maximale (59).

Durant cette épreuve, la fréquence cardiaque et le rythme cardiaque étaient monitorés en continu à l'aide d'un ECG 12 pistes moyenné (Cardioline®, Renco, Italie) jusqu'à 6 minutes de récupération conformément aux recommandations de la Société Française de Cardiologie (23).

Une mesure de lactatémie artérialisée par prélèvement digital (Rapidlab®, Siemens, Allemagne) était réalisée à deux et quatre minutes de récupération.

La ventilation et la mesure des échanges gazeux étaient enregistrées en continu grâce à un pneumotachographe et un métabographe (Brainware, Metasys®, Nice, France) permettant d'obtenir une mesure de la consommation d'oxygène.

La pression artérielle était mesurée manuellement à chaque palier à l'aide d'un sphygmomanomètre permettant l'élaboration d'un profil tensionnel d'effort (courbe de Mallion de type IV) (67).

Les critères de maximalité de l'épreuve d'effort étaient appréciés par l'obtention d'une fréquence cardiaque (>90% FMT), un quotient respiratoire (>1.1), une mesure de lactatémie (> 8 mmol L<sup>-1</sup>) à 2 et 4 minutes de récupération (68) ou d'un plateau de la valeur de VO<sub>2</sub> (69).

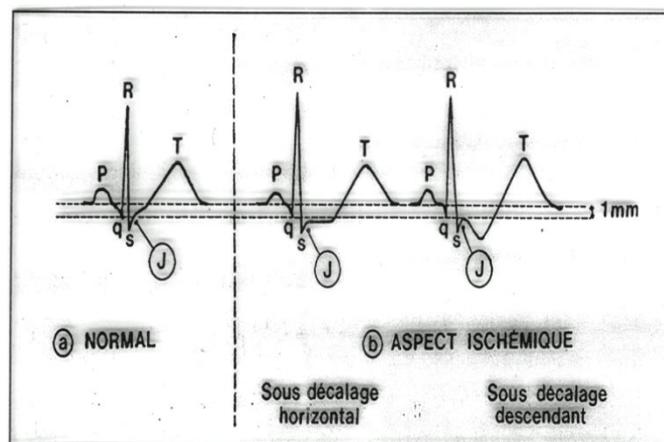
L'effort était stoppé quand le sujet était incapable ou refusait de continuer ou présentait un trouble du rythme ou de conduction, ou diminuait sa pression artérielle systolique de plus de 30 mmHg, ou si la pression artérielle systolique était supérieure ou égale à 260 mmHg ou si la pression artérielle diastolique était supérieure ou égale à 120 mmHg, ou si un signe d'ischémie électrocardiographique ou une douleur thoracique apparaissait.

L'épreuve d'effort était interprétée en première intention par un médecin du sport et relue par un cardiologue du sport en cas d'anomalies, qui les classaient ensuite comme anormales ou non.

### II.5.3 Anomalies retenues

Un test d'effort était dit anormal ou positif lorsque l'on notait au moins une des trois anomalies suivantes :

- sous-décalage du segment ST > 2mm de 80 millisecondes après le point J dans deux dérivations contingentes, durant jusqu'à la fin de l'exercice ou sur la période de récupération (Cf. figure 6);
- profil tensionnel d'effort anormal (chute de la PAS (sous les valeurs basales) malgré l'augmentation de charge ou augmentation de la PAS > 20 mmHg par palier) ou une PAS  $\geq$  260 mmHg au cours de l'effort (23,67);
- troubles du rythme (bigéminisme ou trigéminisme d'extrasystoles, extrasystoles ventriculaires multiples et/ou polymorphes, troubles du rythme supra-ventriculaires organisés) ou de conduction (bloc de branche gauche, BAV).



**FIGURE 6 : Modifications de l'ECG à l'effort**

- Aspect normal** : segment PQ descendant et segment ST ascendant
- Aspect ischémique** : sous-décalage de ST horizontal ou descendant pendant plus de 0.08 seconde

Légende : ECG : ElectroCardioGramme

L'épreuve était donc considérée comme normale ou négative s'il n'y avait aucun trouble du rythme ou de conduction, aucun signe d'ischémie d'effort et que le profil tensionnel était normal.

A l'issue de ce test, chaque consultant et le médecin adressant ont reçu un compte-rendu de l'épreuve d'effort précisant la nécessité ou non de réaliser des investigations complémentaires.

## **II.6 Suivi des sujets**

Pour le suivi des sujets, en décembre 2011 (suivi moyen de 3,12 +/- 1,2 ans), un courrier a été envoyé au médecin généraliste ou au sujet lui-même. Ce courrier (Cf. ANNEXE 4) comportait trois questions permettant :

- de récupérer les données manquantes au dossier médical du sujet (à savoir les valeurs du bilan lipidique et les comptes-rendus des différents examens complémentaires demandés au décours de l'épreuve d'effort),
- de s'informer d'une éventuelle modification ou instauration d'un traitement soit hypolipémiant, soit hypoglycémiant, soit antihypertenseur à la suite de cette épreuve d'effort,
- d'évaluer la survenue d'évènements cardiocirculatoires, incluant les morts subites, les infarctus du myocarde, les angors stables ou instables, les accidents vasculaires cérébraux ainsi que la réalisation d'un geste de revascularisation.

Afin de recueillir un maximum d'informations, une relance par courrier a été effectuée en l'absence de réponse dans le mois suivant.

## II.7 Analyse statistique

Le critère de jugement retenu était le résultat de l'épreuve d'effort correspondant à une variable qualitative binaire de valeur 0 ou 1 (normale ou anormale).

Toutes les variables quantitatives étaient exprimées en moyenne +/- Déviation Standard (DS). Ces différentes variables quantitatives (âge, temps de pratique de l'activité physique, valeur de VO<sub>2</sub> ou *fitness*, IMC, facteurs de risque cardiovasculaire) ont été transformées en variables qualitatives pour les analyses en sous-catégories:

- l'âge a été réparti en 3 classes : 40-49,9 ans, 50-59,9 ans et > 60 ans,
- le temps de pratique de l'AP par semaine en 4 classes (moins de 3 heures, 3 à 6 heures, 6 à 9 heures, plus de 9 heures),
- le niveau de condition physique ou *fitness* a été réparti en 4 classes, en fonction du pourcentage de la VO<sub>2</sub> maximale prédite : < 120%, 120 - 140%, 140 - 160%, > 160%
- l'IMC en 3 classes : < 25 kg/m<sup>2</sup> (normopondéraux), entre 25 et 27,5 kg/m<sup>2</sup> (surpoids modéré), > 27,5 kg/m<sup>2</sup> (surpoids majeur).
- Les facteurs de risque en 3 classes : 0, 1 et 2 ou plus.

Nous avons réalisé des tests de comparaison de moyennes non appariés (test de Student pour variables suivant une loi normale et test de Wilcoxon) pour les analyses par classes (âge, niveau d'AP, IMC, FDCV) après vérification ou transformation de la normalité des variables.

Par ailleurs, nous avons des comparaisons de pourcentage en utilisant le test du  $\chi^2$ .

Seule une analyse univariée a été réalisée sans ajustement pour les facteurs confondants (âge et VO<sub>2</sub>).

Le seuil de significativité retenu était  $p < 0,05$ .

### III. Résultats

#### III.1 Caractéristiques de la population étudiée (Cf. Tableau 6)

556 sujets ont été inclus dans l'étude (Cf. figure 5).

##### III.1.1 Effet de l'âge

Les sujets ont été répartis en 3 catégories :

- T1 (40-49,9 ans) : 244 consultants soit 43,8% des effectifs recrutés.
- T2 (50-59,9 ans) : 178 sujets (32,1%).
- T3 (celui des plus de 60 ans) : 134 consultants (24,1% )

On constate donc que le groupe T1 représente les 2/5<sup>ème</sup> de la population étudiée.

Les critères mineurs de maximalité de l'épreuve sont représentés par :

- la fréquence cardiaque maximale : on constate une perte d'environ 8 bpm par tranche d'âge correspondant à ce qui est déjà décrit dans la littérature (70).
- le Quotient Respiratoire (QR) qui doit être supérieur à 1,1. Cette étude nous permet de mettre en évidence une baisse du QR proportionnelle à l'augmentation de l'âge des sujets.
- la lactatémie devant être supérieure à 8 mmol/L. Cependant, chez les plus de 60 ans, on observe une valeur moyenne inférieure à 8 mmol/L.

Une épreuve est dite maximale lorsque deux critères mineurs sont présents. Chez les 556 consultants de cette étude, 466 (84%) réalisent une épreuve maximale, ceci prédomine chez les moins de 60 ans (93,5% d'épreuves maximales chez T1 et 85% chez T2). L'épreuve est considérée comme maximale chez seulement 87 sujets de plus de 60 ans soit deux tiers.

**TABLEAU 4 : Caractéristiques de l'épreuve d'effort**

Age années	VO <sub>2</sub> max mL. min <sup>-1</sup> . kg <sup>-1</sup>	VO <sub>2</sub> prédite %	FC en bpm	QR	lactatémie à 2 min mmol. L <sup>-1</sup>	EE maximale
40-49,9 n = 244	46,82 <sup>!!!</sup> (8,47)	138,4 (24,9)	175 <sup>!!!</sup> (11)	1,2 <sup>!!!</sup> (0,15)	9,98 <sup>!!!</sup> (2,34)	93,50% <sup>!!!</sup> n = 228
50-59,9 n = 178	41,9 <sup>###</sup> (8,67)	138,24 (26,6)	168 <sup>###</sup> (11)	1,15 <sup>##</sup> (0,08)	9,17 <sup>###</sup> (2,09)	85% <sup>###</sup> n = 151
> 60 n = 134	37,6 <sup>***</sup> (8,72)	144,1 (32,1)	157 <sup>***</sup> (14)	1,13 <sup>***</sup> (0,09)	7,54 <sup>***</sup> (2,28)	65% <sup>***</sup> n = 87
global n = 556	43,03 (9,35)	139,7 (27,4)	168 (14)	1,16 (0,12)	9,17 (2,45)	84% n = 466

*Légende : EE : Epreuve d'Effort ; FC : Fréquence cardiaque ; QR : Quotient Respiratoire*

**() : Déviation standard**

*T1 versus T3 : \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001*

*T1 versus T2 : ! p < 0,05, !! p < 0,01, !!! p < 0,001*

*T2 versus T3 : # p < 0,05, ## p < 0,01, ### p < 0,001*

### III.1.2 Les facteurs de risque cardiovasculaire

Cent cinquante et un sujets (27,16%) n'ont aucun facteur de risque cardiovasculaire. Ils se trouvent principalement dans la catégorie des 40-49 ans avec 93 sujets soit 38,1%.

La dyslipidémie est le facteur prédominant puisqu'il représente 56,5% des sujets ayant au moins un FRCV. Cependant, il s'agit d'une dyslipidémie modérée puisque seulement 16,6% des sujets ayant ce FRCV sont traités par un hypolipémiant. Les consultants ayant au moins un FRCV ne prennent un traitement que dans 18,3% des cas, avec une prédominance pour un traitement antihypertenseur (75%) (Cf. tableau5).

Enfin, un indice SCORE > 5% est retrouvé uniquement chez les plus de 60 ans, ce qui représente 5,4% de la population totale étudiée.

**TABLEAU 5 : Répartition des différents FRCV et traitements**

<u>Sans FRCV</u>	<b>151</b>	<b>27,2%</b>
<u>Avec au moins un FRCV</u>	<b>405</b>	<b>72,8%</b>
- <i>Diabète</i>	<i>15</i>	<i>3,7%</i>
- <i>dyslipidémie</i>	<i>229</i>	<i>56,5%</i>
- <i>HTA</i>	<i>56</i>	<i>13,8%</i>
- <i>Surpoids</i>	<i>84</i>	<i>20,7%</i>
- <i>Tabac</i>	<i>188</i>	<i>46,4%</i>
- <i>ATCD familiaux</i>	<i>108</i>	<i>26,7%</i>
<u>Traitements :</u>	<b>74</b>	<b>18,3%</b>
- <i>antidiabétique</i>	<i>9</i>	<i>12,2%</i>
- <i>antihypertenseur</i>	<i>42</i>	<i>56,8%</i>
- <i>hypolipémiant</i>	<i>38</i>	<i>51,4%</i>

*Légende* : ATCD : Antécédent, FRCV : Facteur de Risque CardioVasculaire ; HTA : HyperTension Artérielle

### III.1.3 L'analyse de l'indice de masse corporelle

L'IMC reste très satisfaisant dans la population étudiée puisqu'il est en moyenne de 25 kg/m<sup>2</sup>, ce qui correspond à une population non obèse.

Cependant, 17,1% de la population étudiée est en surpoids avec une prédominance chez les plus de 50 ans.

### III.1.4 L'analyse de la VO<sub>2</sub>

On observe une diminution de la valeur moyenne de VO<sub>2</sub> maximale de 5 mL/min/kg du groupe T3 par rapport au groupe T2 et du groupe T2 par rapport au groupe T1 ; ce qui équivaut à une diminution en moyenne de 0,5 mL/min/kg par an pour un sujet standard.

Cependant, dans la population étudiée, on remarque que le pourcentage de la VO<sub>2</sub> prédite (autour de 140%) est similaire dans les trois groupes (p à la limite de la significativité statistique : T3 *versus* T1 p = 0,08 et T3 *versus* T2 p = 0,05) ; les sujets de plus de 60 ans ayant une tendance plus *fit* en pourcentage relatif de VO<sub>2</sub>.

### III.1.5 Le niveau d'entraînement

La population étudiée présente un niveau d'entraînement élevé avec une moyenne d'APS à 57,5 METs/h/semaine. On constate, tout de même, une baisse du niveau qui est proportionnelle à l'âge.

**TABLEAU 6 : Caractéristiques de la population étudiée**

AGE	Age (Années)	T1 40-49,9 ans n = 244	T2 50-59,9 ans n = 178	T3 > 60 ans n = 134	Global n = 556
			45,2 (2,9)	54,5 (2,9)	66,2 (5,4)
IMC en kg. m <sup>2</sup>	< 25	67,6% n = 165	49,4% n = 88	50,7% n = 68	57,7% n = 321
	25 – 27,5	20,9% n = 51	32,6% n = 58	31,3% n = 42	27,2% n = 151
	> 27,5	11,5% n = 28	18,0% n = 32	18,0% n = 24	17,1% n = 84
	moyenne	24,23 (2,73)	25,11 (2,73)	25 (2,68)	24,7 (2,75)
FRCV	0	38,10% <sup>!</sup> n = 93	19,66% n = 35	17,16% n = 23	27,16% n = 151
	1	39,75% n = 97	42,14% n = 75	30,60% n = 41	38,31% n = 213
	> 1	22,15% <sup>!</sup> n = 54	38,20% n = 68	52,24% <sup>*</sup> n = 70	34,53% n = 192
	SCORE > 5%	0% Range : 0-1%	0% <sup>###</sup> Range : 0-4%	22,4% <sup>***</sup> n = 30	5,4% n = 30
	Cholestérol total En g. L <sup>-1</sup>	2,00 (0,26)	2,09 (0,27)	2,06 (0,27)	2,04 (0,27)
NIVEAU D'ENTRAÎNEMENT	APS METs. h <sup>-1</sup> .sem <sup>-1</sup>	63,61 (45,29)	55,48 (39,8)	50,5 (38,57)	57,54 (42,43)
CONDITION PHYSIQUE	FC repos en bpm	62 (10)	63 (10)	63 (10)	63 (10)
	FC maximale en bpm	175 (11)	168 (11)	157 (14)	168 (14)
	% FMT	99,6% (6,2%)	99,8% (6,6%)	99,3% (8,7%)	99,7% (7%)
	VO <sub>2</sub> maximale en mL. min <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup>	46,82 (8,47)	41,9 (8,67)	37,6 (8,72)	43,03 (9,35)
	VO <sub>2</sub> prédite en%	138,4 (24,9)	138,24 (26,6)	144,1 (32,1)	139,7 (27,4)

*Légende :* APS : Activités Physiques et Sportives ; FC : Fréquence Cardiaque ; FMT : Fréquence cardiaque Maximale Théorique ; FRCV : Facteur de Risque CardioVasculaire ; IMC : Indice de Masse Corporelle ; METs : Metabolic Equivalent of Task ; SCORE : Systematic COronary Risk Evaluation

( ) : Déviation Standard (DS)

T1 versus T3 : \* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001

T1 versus T2 : ! p < 0,05, !! p < 0,01, !!! p < 0,001

T2 versus T3 : # p < 0,05, ## p < 0,01, ### p < 0,001

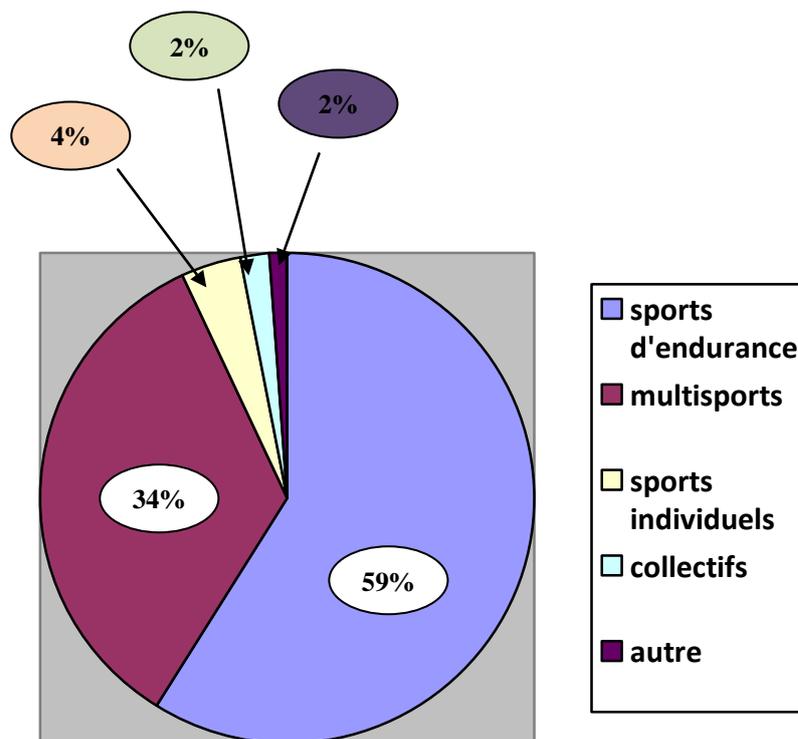
Quelque soit la tranche d'âge, les sujets avaient la même condition physique.

Au total, plus un sportif est jeune, sans surpoids ni facteur de risque cardiovasculaire avec un volume d'entraînement important, meilleure est sa valeur d'endurance.

### III.2 Analyse de l'activité physique sportive (APS) pratiquée (Cf. figure 7)

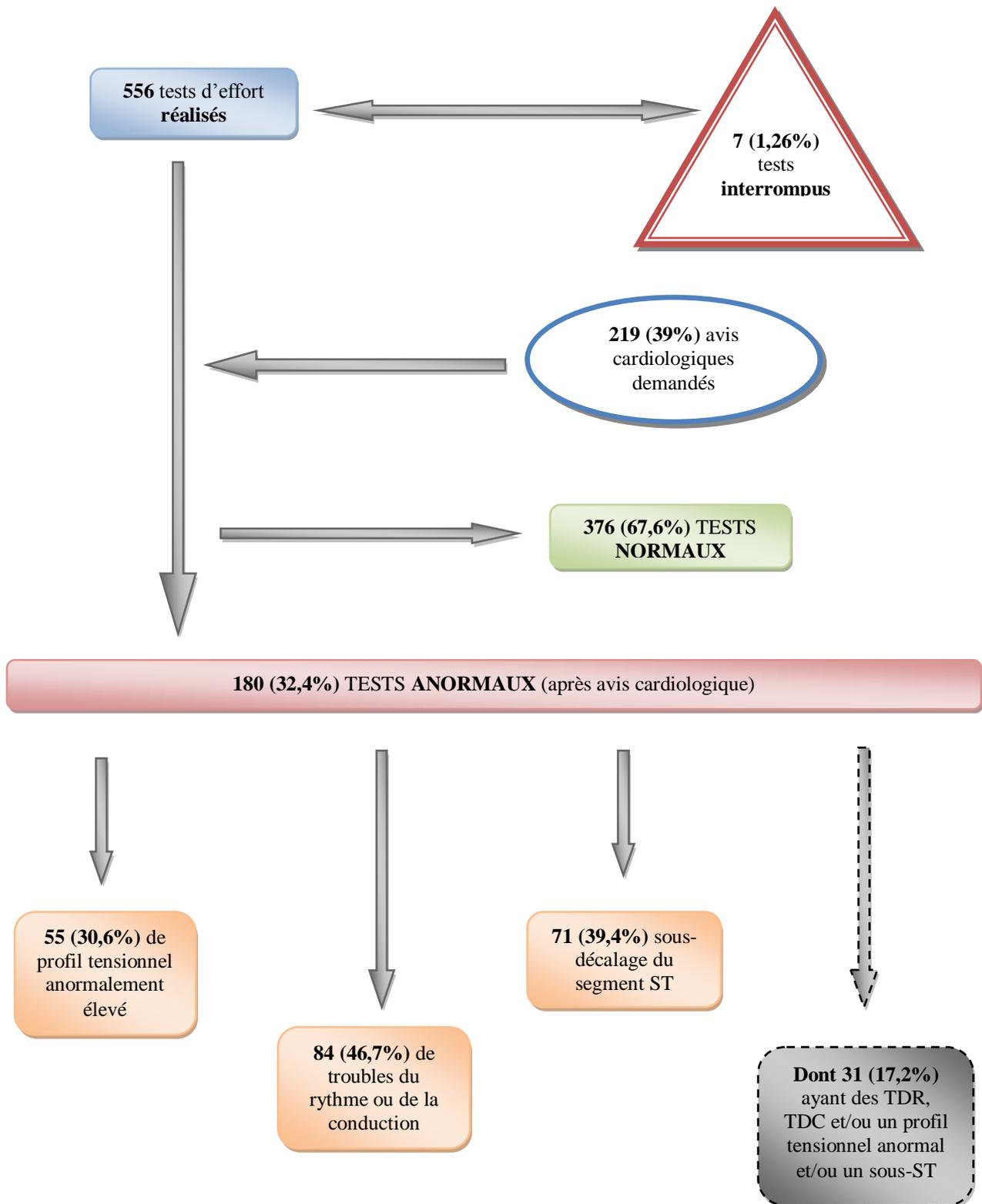
On constate que la majorité de la population étudiée pratique une activité d'endurance (59%) et une grande proportion réalise plusieurs activités physiques à prédominance d'endurance (34%). Seuls 4% effectuent des sports individuels (sports de raquettes notamment), 2% des sports collectifs et 2% d'autres activités physiques (comme les sports de force par exemple).

FIGURE 7 : répartition des APS pratiquées par les sujets



Ainsi, les hommes de 40 ans ou plus reprenant ou poursuivant une activité physique sportive privilégient les sports d'endurance et plutôt en individuel.

### III.3 Résultats du test d'effort



**FIGURE 8 : Résumé des anomalies constatées lors de la réalisation de l'épreuve d'effort**

*Légende : TDC : Trouble de la Conduction, TDR : Trouble du Rythme*

Ainsi, 180 épreuves d'effort (32,8%) ont été considérées comme anormales après expertise cardiologique. Cinquante-cinq sujets (30,6%) avaient un profil tensionnel d'effort anormal, 84 (46,7%) un trouble du rythme ou de la conduction et 71 (39,4%) un sous-décalage du segment ST. Trente-et-un sujets (17,2%) avaient au moins deux anomalies lors de la réalisation de l'épreuve d'effort.

Sur les 556 consultants, un seul a présenté une douleur thoracique, à type de gêne pendant le test d'effort ce qui correspond à 0.2% de la population étudiée.

### III.4 Suites données en cas d'épreuves d'effort anormales

#### III.4.1 Caractéristiques des sujets ayant eu une épreuve d'effort anormale

**TABEAU 7 : Caractéristiques des sujets ayant eu une EE anormale**

		<b>Global n = 556</b>	<b>EE normales n = 376</b>	<b>EE anormales n = 180</b>
<b>AGE</b>	<b>T1 : 40-49,9 ans</b>	244	183	61 (25,0%) <sup>#</sup>
	<b>T2 : 50-59,9 ans</b>	178	117	61 (34,3%)
	<b>T3 : &gt; 60 ans</b>	134	76	58 (43,3%) <sup>\$\$\$</sup>
<b>FRCV</b>	<b>0 FRCV</b>	151	114	37 (24,5%)*
	<b>1 FRCV</b>	213	140	73 (34,3%)
	<b>&gt; 1FRCV</b>	192	122	70 (36,5%) <sup>†</sup>
<b>NAP</b>	<b>&lt; 3 heures</b>	79	53	26 (32,9%)
	<b>3 – 6 heures</b>	238	152	86 (36,1%)
	<b>6 – 9 heures</b>	137	100	37 (27,0%)
	<b>&gt; 9 heures</b>	102	71	31 (30,4%)
<b>FITNESS <sup>▲</sup> % de la VO<sub>2</sub> prédite</b>	<b>&lt; 120 %</b>	128	82	46 (35,9%)
	<b>120 – 140 %</b>	162	104	58 (35,8%)
	<b>140 – 160 %</b>	142	103	39 (27,5%)
	<b>&gt; 160 %</b>	121	187	34 (28,1%)

*Légende : EE : Epreuve d'Effort ; FRCV : Facteur de Risque CardioVasculaire ; NAP : Niveau d'Activité Physique*

*▲ : arrêt prématuré de l'EE pour 3 sujets*

*0 FRCV versus 1 FRCV : \*  $p < 0,05$  ( $\chi^2 = 3,99$ )*

*0 FRCV versus > 1 FRCV : †  $p < 0,05$  ( $\chi^2 = 5,63$ )*

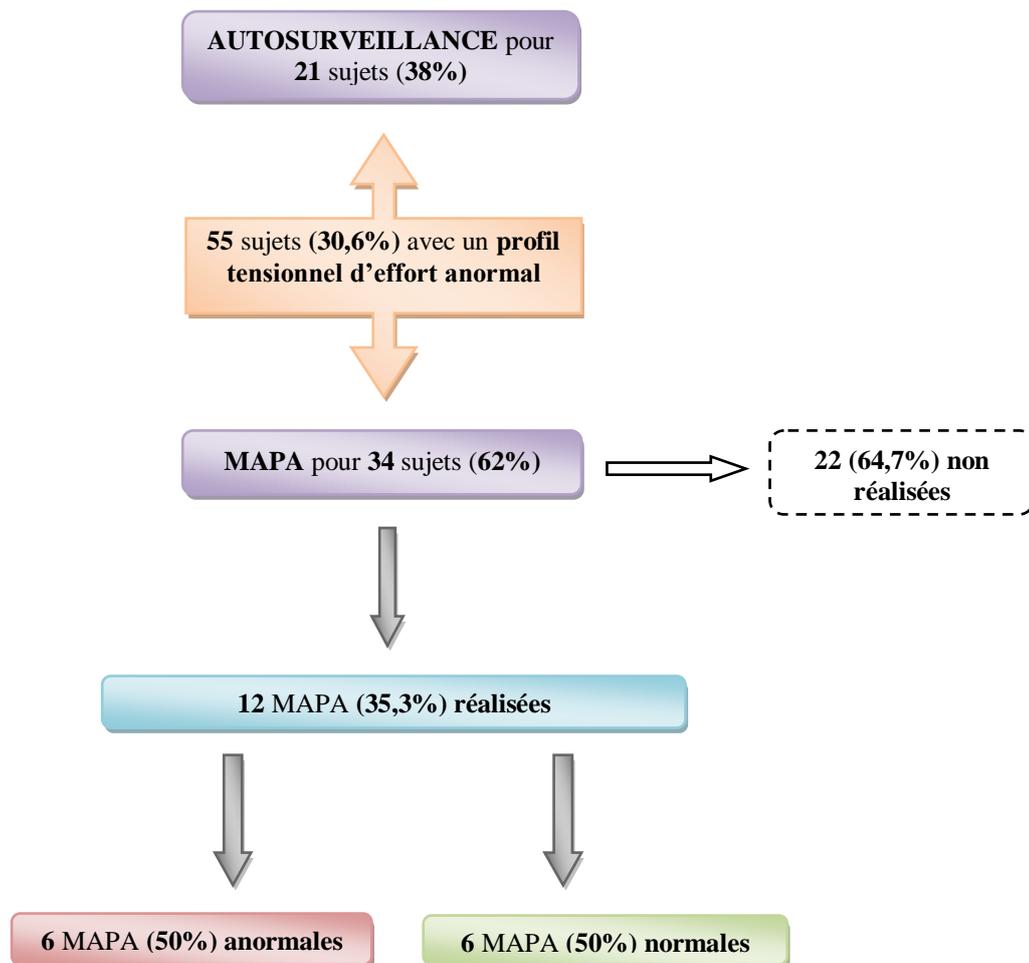
*T1 versus T2 : #  $p < 0,05$  ( $\chi^2 = 4,3$ )*

*T1 versus T3 : \$\$\$  $p < 0,01$  ( $\chi^2 = 13,4$ )*

La fréquence de ces anomalies est d'autant plus grande que les sujets sont âgés : RR à 1,73 pour les > 60 ans *versus* < 50 ans ( $p < 0,001$ ) ; RR à 1,37 pour les > 50 ans *versus* < 50 ans ( $p < 0,02$ ), et ont au moins un facteur de risque cardiovasculaire (RR à 1,44 :  $p < 0,02$ ). Par contre, elle n'est pas influencée par la condition physique et le niveau d'entraînement des sujets.

### III.4.2 Profil tensionnel d'effort anormal (Cf. figure 9)

On constate un profil tensionnel anormal au cours de l'épreuve d'effort chez 55 sujets (30,6%). Un tiers a bénéficié d'une autosurveillance tensionnelle, en collaboration avec le médecin traitant. Pour les autres était préconisée de réaliser une mesure ambulatoire de la pression artérielle. Seulement 12 sujets (35,3%) ont réalisé cet examen complémentaire, qui s'est révélé anormal pour la moitié d'entre eux.



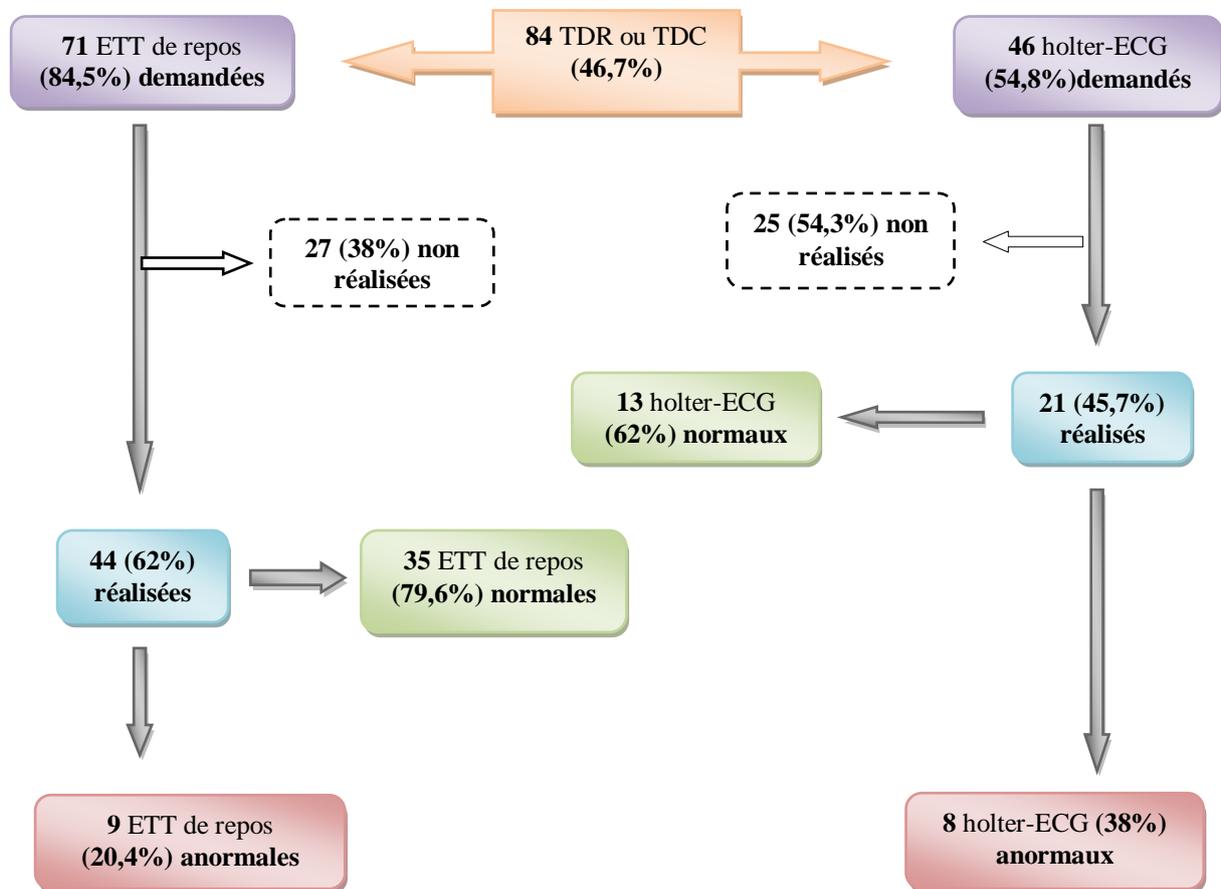
**FIGURE 9 : Suites données lors d'un profil tensionnel d'effort anormal**

*Légende : MAPA : Mesure Ambulatoire de la Pression Artérielle*

### III.4.3 Troubles du rythme ou de la conduction (Cf. figure 10)

L'apparition de troubles du rythme ou de la conduction au cours de l'épreuve d'effort a conduit les 84 sujets (46,7%) concernés à réaliser d'investigations complémentaires (échographie cardiaque et/ou holter ECG) :

- pour 71 sujets (84,5%), il était préconisé une échographie cardiaque de repos réalisée chez 44 consultants (62%) et qui s'est révélée anormale chez 9 sujets (20,4%).
- pour 46 sujets (54,8%), il était demandé un holter-ECG ; seulement 21 (45,7%) l'ont effectué et 8 examens (38%) sont revenus anormaux.

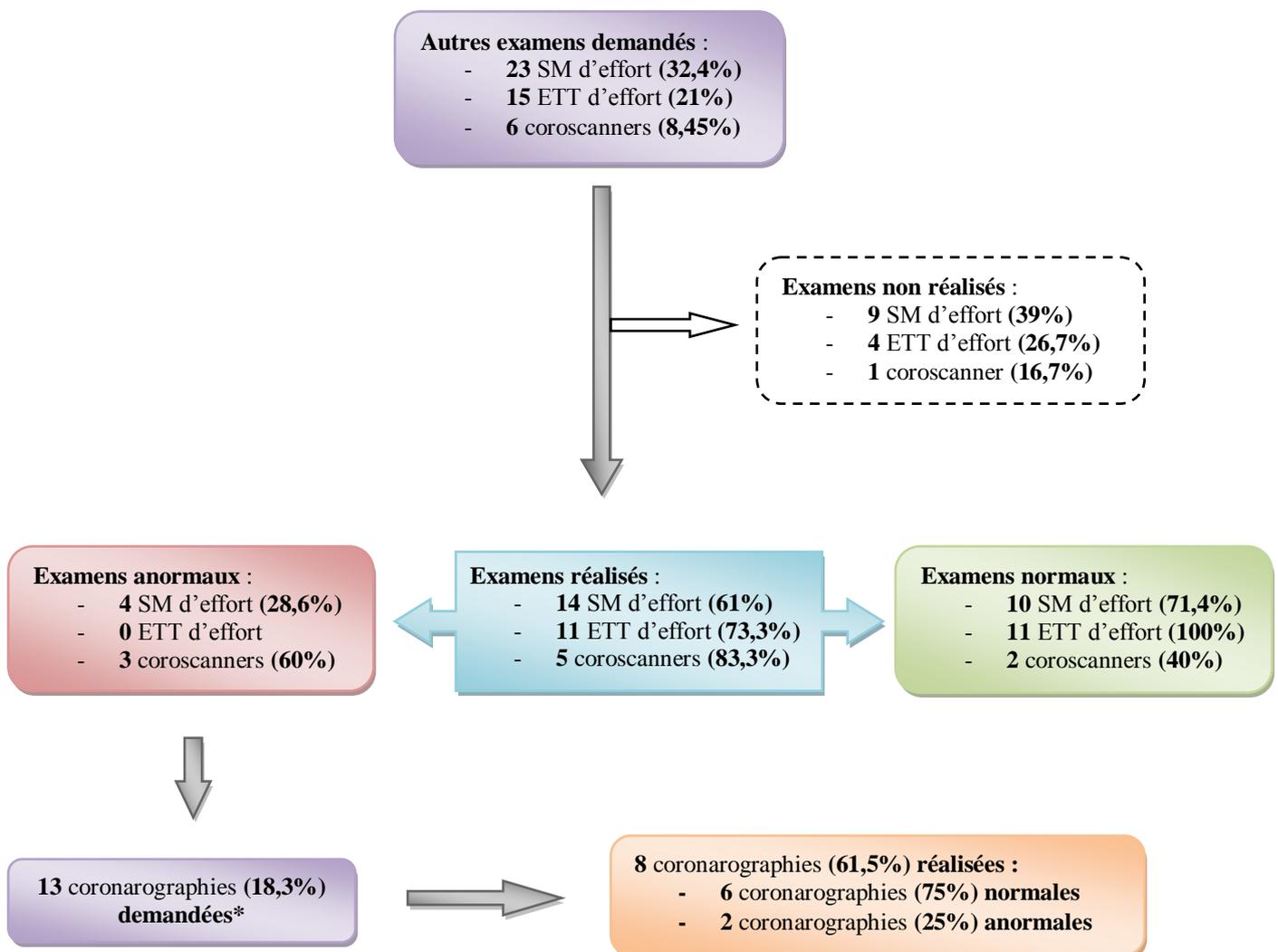


**FIGURE 10 : Suites données en cas d'apparition de troubles du rythme ou de la conduction lors de la réalisation de l'épreuve d'effort**

*Légende :* ECG : ElectroCardioGramme ; ETT : Echographie TransThoracique ; TDC : Trouble De la Conduction ; TDR : Trouble Du Rythme.

### III.4.4 Sous-décalage du segment ST (Cf. figure 11)

Chez 71 consultants (39,4%), nous avons constaté l'apparition d'un sous-décalage du segment ST. Une échographie cardiaque de repos a été demandée pour 41 sujets (57,7%). Elle a été réalisée par 27 consultants (66%) et s'est avérée anormale pour 4 sujets (15%). Par ailleurs, d'autres examens complémentaires ont été demandés : une échographie cardiaque d'effort et/ou une scintigraphie myocardique d'effort et/ou un coroscanner (Cf. figure 11). De plus, parmi 8 coronarographies sur les 13 demandées, 2 étaient anormales.



**FIGURE 11 : Suites données en cas de sous-décalage du segment-ST : 71 sujets (39,4%)**

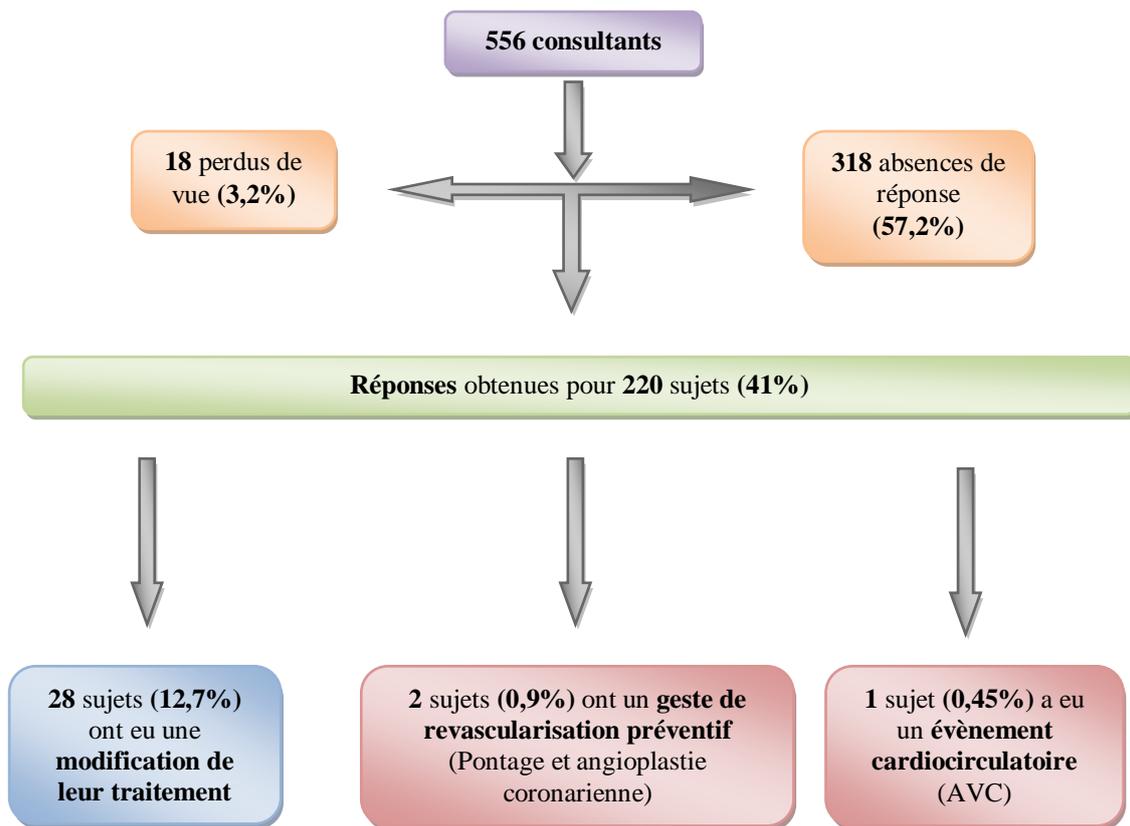
*Légende :* ETT : Echographie TransThoracique ; SM : Scintigraphie Myocardique

\* 6 coronarographies ont été demandées directement après l'épreuve d'effort.

### III.5 Suivi des sujets (Cf. figure 12)

Un courrier a été adressé aux consultants ou au médecin adressant afin de savoir si ces sujets avaient modifié leur traitement ou eu un accident cardiocirculatoire majeur ou un geste de revascularisation.

Une réponse a été obtenue pour 220 sujets (41%). La durée moyenne de suivi était de 3,2 +/- 1,2 ans. Dix-huit (3,2%) consultants ont été perdus de vue. Vingt-huit (12%) ont eu une modification de leur traitement (antihypertenseur, antidiabétique ou hypolipémiant). Un sujet (0,45%) a eu un événement cardio-circulatoire (accident vasculaire cérébral chez un patient avec un foramen ovale perméable suite à une arthroscopie de genou) et 2 sujets (0,9%) ont eu un geste de revascularisation coronarienne. Aucun décès n'a été constaté.



**FIGURE 12 : Suivi des sujets**

Légende : AVC : Accident Vasculaire Cérébral

## **IV Discussion**

Les principaux résultats de cette étude montrent d'une part, qu'un tiers des épreuves d'effort étaient considérées comme anormales et d'autre part, que l'incidence des événements cardiocirculatoires était faible lors du suivi.

### **IV.1 Caractéristiques de la population**

La plupart des sujets inclus dans cette étude étaient des hommes sportifs asymptomatiques, ayant une très bonne condition physique et une pratique sportive intensive au-delà des recommandations pour l'activité physique (8,10). Cette sélection s'explique par le fait que ces sujets étaient adressés en premier lieu en médecine du sport et non en unité de cardiologie. Elle sert aussi l'objectif de l'étude, à savoir évaluer un échantillon représentatif de sportifs vétérans susceptibles d'avoir un événement cardiocirculatoire durant leur pratique d'AP et justifiant d'une épreuve d'effort conformément aux recommandations d'experts (8,17,23).

Ces sujets avaient donc deux FRCV non modifiables : le sexe masculin et l'âge supérieur à 40 ans. Par ailleurs, 72% avaient au moins un FRCV modifiable avec une incidence faible de diabète, anomalie constituant un FRCV important (30,31,36). Ainsi, l'indice SCORE était bas dans cette population : seuls 5,4 % des sujets étaient à haut risque cardiovasculaire (indice SCORE > 5%).

Une telle population constituée d'hommes asymptomatiques, à faible risque cardiovasculaire et physiquement très active a peu été étudiée dans la littérature. En effet, la plupart des études (21,32,71–73) s'intéressant à l'évaluation du RCV chez des sujets asymptomatiques, concernait des populations mixtes (hommes et femmes), hétérogènes en âge, de moins de 40 ans ou plus de 65 ans et ayant un faible niveau d'activité physique.

## IV.2 Caractéristiques et résultats de l'épreuve d'effort

Quatre-vingt-quatre pour cent des sujets (Cf. tableau 4) ont réalisés une épreuve d'effort maximale d'après les critères mineurs de maximalité (69). Cependant, environ 1/3 des sujets de plus de 60 ans a réalisé une épreuve considérée comme sous-maximale, proportion significativement supérieure aux catégories plus jeunes. C'est surtout le quotient respiratoire et la lactatémie des plus de 60 ans et non la fréquence cardiaque maximale qui avaient des valeurs plus basses, toutefois très proches des critères de maximalité (69). Cela suggère d'une part que les sujets les plus âgés avaient bien réalisé une épreuve maximale, et d'autre part que les critères de maximalité des épreuves d'efforts pourraient être discutés chez ces sujets plus âgés, notamment pour la valeur de lactatémie. En effet, il est probable que les valeurs maximales de lactates soient plus faibles dans cette tranche d'âge en raison d'une altération des adaptations musculaires et métaboliques même chez les sujets bien entraînés (70).

Par d'ailleurs, très peu d'incidents ont été observés lors de la réalisation de ces tests : seulement sept épreuves (1,3%) ont été interrompues prématurément et un seul sujet a été transféré en Unité de Soins Intensifs de Cardiologie suite à une fibrillation auriculaire non spontanément réduite. Ces résultats sont cohérents avec les données de la littérature sur la bonne tolérance et la rareté de survenue des évènements cardiaques graves lors de la réalisation de tests d'effort en laboratoire chez les sujets asymptomatiques (24).

Le résultat principal de cette étude est la mise en évidence d'1/3 tiers d'épreuves anormales à l'issue d'une double évaluation médicale (physiologiste de l'exercice et cardiologue du sport). Cela peut paraître discordant au vu de la population étudiée composée de sujets très entraînés et à ce qui est retrouvé dans certaines études (21). Pour expliquer cette différence, plusieurs hypothèses peuvent être émises :

- les conditions de réalisation de l'épreuve d'effort ne sont pas précisées dans la plupart de ces études, notamment par rapport à la maximalité de ces tests. En effet, la sous-maximalité des épreuves, parfois réalisées à visée cardiologique, pourrait sous-estimer l'apparition des anomalies, dans la mesure où elles pourraient apparaître pour des efforts intenses au-delà de 80% de la fréquence cardiaque maximale théorique. Ainsi, nous pensons que la réalisation d'une épreuve maximale a vraisemblablement été un facteur de dépistage d'un plus grand nombre d'anomalies.

- Dans notre étude, nous avons analysé les anomalies de la réserve coronarienne mais aussi celles des adaptations tensionnelle, chronotrope et rythmique au cours d'un EMI, alors que dans la littérature ce sont essentiellement les premières qui sont recherchées. De ce fait, 2/3 des épreuves anormales de notre étude correspondaient à un trouble de l'adaptation tensionnelle, du rythme ou de la conduction. Il s'agit d'une proportion d'autant plus grande que ces anomalies peuvent également être délétères pour la santé des sujets, au repos comme à l'effort. Or, elles ne sont pas souvent prises en compte conjointement dans les autres études (71,72).

Si l'on reprend chaque groupe d'anomalies constatées dans notre étude:

Dix pour cent des sujets avaient des profils tensionnels d'effort (PTE) anormaux (30,5% parmi les épreuves d'effort considérées comme anormales), ce qui est élevé par rapport à ce qui a pu être constaté dans certaines études (72). Bien que les mécanismes physiopathologiques du PTE anormal ne soient pas clairement élucidés, sa mise en évidence chez un sujet asymptomatique peut avoir plusieurs significations, ce qui justifie sa mesure à l'effort. En effet, il peut être le reflet d'un mauvais contrôle tensionnel au repos chez les hypertendus (10% des sujets de cette étude). Cependant, chez une personne normotendue, il correspond également à une augmentation du risque de maladies cardiovasculaires et de décès à moyen terme (74,75). Ainsi, les sujets ayant une réponse pressive augmentée à l'effort présente plus fréquemment des altérations de la fonction endothéliale (72,76), qui est un marqueur de risque cardiovasculaire.

Les sujets ayant un PTE anormal ont également plus de risque de développer une hypertension artérielle de repos. *A contrario*, à notre connaissance, il n'a pas été décrit de relation de causalité directe entre le risque d'AVC à l'EMI et le fait d'avoir un PTE anormal.

Concernant les anomalies de la réserve coronarienne constatées au cours de ces tests d'effort, nous avons mis en évidence 13% de sous-décalages du segment ST (39,4% parmi les épreuves d'effort anormales), ce qui est deux fois plus important que dans certaines études (21). Cependant, seulement deux coronarographies étaient pathologiques ce qui représente 97% de faux positifs - si on admet que l'ensemble des tests demandés et non réalisés aurait été normal. Ces résultats étaient attendus dans la mesure où les sujets de cette étude avaient un faible risque coronarien, n'ont eu aucune douleur à l'effort durant l'épreuve et où la valeur prédictive positive de l'épreuve d'effort est faible quand la prévalence de la maladie

coronarienne est faible (61). Par ailleurs, la prise en compte de l'analyse isolée du segment ST semble insuffisante dans l'interprétation de la positivité des épreuves. Ainsi, Kligfield *and al.* (77) recommandent que l'analyse de la dépression du segment ST durant une épreuve d'effort doit également prendre en compte les capacités fonctionnelles ( $VO_2$  max estimée ou mesurée), la réponse chronotrope, l'efficacité du frein vagal dans les 30 premières secondes suivant l'arrêt de l'effort ainsi que l'absence d'extrasystolies ventriculaires pendant la récupération. Dans notre étude, la majorité des sujets avait des capacités fonctionnelles élevées (140% de la  $VO_2$  max prédite en moyenne, Cf. tableau 4) et une réponse chronotrope normale reflétant leur bonne adaptation cardiocirculatoire et donc un faible risque d'anomalies coronariennes.

Enfin, 15% des sujets ont développé un ou plusieurs troubles du rythme ou de la conduction à l'effort ou en récupération (46,7% parmi les épreuves d'effort anormales). Nous n'avons pas connaissance des références sur la prévalence des troubles du rythme au cours des épreuves d'effort, mais il nous semble pertinent de les dépister chez un sujet sportif (comme non sportif). Ainsi, ces troubles du rythme nécessitent une enquête étiologique. Ils peuvent être notamment le reflet de cardiomyopathies sous-jacentes qui peuvent menacer la santé des pratiquants durant un EMI. Ils justifiaient donc la réalisation systématique d'une échographie cardiaque de repos pour autoriser la pratique d'une activité physique ou, au besoin aménager cette pratique.

### **IV.3 Caractéristiques des sujets ayant un test d'effort anormal**

Les résultats montrent qu'il y a plus d'épreuves anormales chez les hommes sportifs de plus de 50 ans ayant au moins un facteur de risque cardiovasculaire. Ceci permet de discuter les différentes recommandations (23) quant à l'indication de la réalisation d'une épreuve d'effort. En effet, la Société Française de Cardiologie ne précise pas pour quel niveau d'activité physique ou sportive et ni pour quelle intensité de cette pratique, la réalisation d'une épreuve d'effort est recommandée. Il serait peut-être nécessaire d'évaluer, de façon prospective, cette population particulière et ainsi, adapter les recommandations pour la réalisation d'un test d'effort chez ces sujets ayant un haut niveau d'activité physique. En effet, les études réalisées chez les marathoniens (14,15) et les triathlètes (16) montrent que ces sujets ayant une pratique sportive intensive, ne sont pas à l'abri de la survenue d'évènements cardiovasculaires et

notamment de mort subite, même si ces évènements restent rares. Certes, l'activité physique et sportive réduit l'incidence des évènements cardiovasculaires, mais chez les sujets présentant plusieurs FRCV et malgré une pratique sportive intensive, on constate une apparition ou une évolution des pathologies cardiovasculaires. Dans notre étude, l'âge était le facteur explicatif principal de survenue d'anomalies au cours des épreuves d'effort, ce qui est conforme aux données de la littérature dans la population générale, suggérant que le vieillissement de l'appareil cardiocirculatoire survient malgré un niveau d'activité élevé.

#### **IV. 4 Suites données pour les épreuves d'effort anormales**

Suite aux anomalies mises en évidence, des investigations complémentaires étaient demandées pour préciser ces anomalies. Cependant, un pourcentage élevé d'examens prescrits n'étaient pas réalisés.

En effet, 2/3 des holters tensionnels préconisés n'ont pas été effectués après constatation d'une anomalie du PTE. En ce qui concerne les troubles du rythme ou de conduction apparaissant à l'effort, 38% des échographies cardiaques de repos demandées et 54,3% des holters rythmiques demandés n'ont pas été réalisés. Enfin, concernant le sous-décalage du segment ST à l'effort, un tiers des examens demandés (échographie cardiaque d'effort, scintigraphie myocardique de stress, coroscanner et coronarographie) n'a pas été fait.

Au total, 1/3 des examens demandés n'était pas réalisé. Ceci est d'autant plus inattendu que tous les consultants, de même que le médecin adressant, recevaient un compte-rendu détaillé de la consultation avec l'avis cardiologique, s'il avait été demandé, et précisant les différentes investigations complémentaires nécessaires.

Ce manque d'observance était peut être dû au délai entre la réalisation de l'épreuve d'effort et la réception du compte-rendu, délai d'environ dix jours dans l'UM « Sports & Pathologies » du CHU de Grenoble. En effet, le courrier peut ralentir la transmission des données nécessaires à la prise en charge du sujet. De plus, on peut supposer que comme les sujets étaient asymptomatiques et très performants, ils ne réalisaient pas ces examens, soit par manque d'intérêt ou d'implication, soit par peur d'éventuelles anomalies risquant de compromettre leur pratique sportive et donc leurs performances. Par ailleurs, dans la majorité des cas, il n'y avait pas de caractère urgent à réaliser ces examens.

Ainsi, on pourrait discuter d'un moyen plus efficace de transmissions des informations entre le médecin réalisant le test d'effort et son confrère ayant adressé le sujet, par exemple de

programmer systématiquement une consultation de retour. De plus, une meilleure sensibilisation, dans la formation continue du médecin traitant sur les risques possibles liés à la pratique physique chez un sujet présentant de nombreux FRCV, pourrait être nécessaire. Ce qui peut paraître paradoxal dans la mesure où ce sont eux qui adressent les consultants.

#### **IV.5 Suivi des sujets**

Le taux de réponses recueillies dans le cadre d'un suivi de 3,2 ans +/- 1,2 ans s'élève à 41%, ce qui paraît faible en puissance statistique, sachant que la cohorte initiale est de 556 patients. Cependant, le nombre d'évènements cardiocirculatoires majeurs est faible, ce qui était attendu dans cette population. En effet, seul un sujet, ayant un foramen ovale perméable découvert lors de l'épreuve d'effort initiale, a fait un AVC dans les suites d'une arthroscopie du genou (l'hypothèse de la maladie thromboembolique veineuse plutôt que d'un événement d'origine athéromateuse est très plausible). Deux sujets ont bénéficié d'une revascularisation à la suite de tests d'effort anormaux ultérieurement. Si on extrapole ces données à la population étudiée, seulement sept sujets auraient présenté un évènement cardiovasculaire ou eu un geste de revascularisation sur l'ensemble de la population étudiée, ce qui est faible par rapport à l'étude française (21) réalisée chez des sujets asymptomatiques, dont les différences avec notre cohorte ont été discutées plus haut (Cf. paragraphe VI.2).

Cette étude ne permet donc pas de conclure sur l'intérêt de l'épreuve d'effort dans la réduction d'évènements cardiocirculatoires étant donné leur faible incidence dans cette population et l'absence de groupe « contrôle ».

#### **IV.6 Plusieurs limites**

Il s'agit d'une étude rétrospective ce qui entraîne de possibles biais de sélection des sujets ainsi que des limites dans l'exhaustivité du recueil de données. En effet, on constate qu'il y a un manque d'informations dans certains dossiers comme par exemple les résultats du bilan lipidique ou des examens réalisés après le test d'effort.

De plus, le faible effectif de la cohorte ne permet pas d'obtenir des conclusions significatives pour toutes les questions soulevées par l'étude. La plupart des études traitant de ce sujet (21,71) ont des échantillons de population 5 à 6 fois plus importants que dans notre étude.

Enfin, le suivi des patients se fait sur une durée insuffisante ne permettant pas de conclure sur l'incidence de l'apparition d'évènements coronariens et la survenue de décès à long terme. En effet, différentes études évaluent le risque d'apparition d'évènements cardiocirculatoires ou de décès à 10 ans (Framingham et SCORE).

Au total, 1/3 des tests d'effort était anormal et les évènements cardiaques majeurs constatés étaient peu nombreux. De plus, il s'agit d'une étude sur une population très particulière, considérée comme à faible risque cardiovasculaire, dont les résultats sont concordants avec ce qui a été observé dans d'autres études. Ainsi, ces résultats appuient la pertinence des recommandations des sociétés savantes sur l'importance de la réalisation d'une épreuve d'effort chez les sujets de plus de 40 ans asymptomatiques, avec au moins un facteur de risque cardiovasculaire et pratiquant une activité physique sportive. L'augmentation du nombre d'épreuves anormales avec l'âge incite à être plus systématique chez les sujets de plus de 60 ans et à augmenter la fréquence des épreuves d'effort dans leur suivi. Par ailleurs, elle permet chez ces sujets vieillissants de vérifier leurs capacités fonctionnelles qui sont un indicateur pronostique indépendant dans la perte d'autonomie ultérieure.

## V. Conclusion

Plusieurs sociétés savantes recommandent de réaliser une épreuve d'effort chez les sujets masculins asymptomatiques de plus de 40 ans présentant un ou plusieurs facteurs de risque cardiovasculaire et souhaitant reprendre ou poursuivre une activité physique ou sportive. Le but de ce test est de dépister les anomalies qui pourraient menacer leur santé au cours d'un effort musculaire intense. Cependant, la pertinence de cet examen dans cette population considérée comme à faible risque cardiovasculaire n'a pas été évaluée. Par conséquent, nous avons réalisé une étude rétrospective chez 556 sportifs, asymptomatiques, âgés en moyenne de 52,8 ans (40,0 ans à 83,6 ans), ayant bénéficié d'une épreuve d'effort sur bicyclette ergométrique, à titre systématique, entre janvier 2007 et décembre 2010. 72,4% des sujets avaient au moins un facteur de risque cardiovasculaire et 5,4% un indice SCORE > 5%. En décembre 2011, nous avons effectué un recueil prospectif des événements cardiocirculatoires majeurs ou des gestes de revascularisation coronarienne chez ces sujets.

Au total, 180 épreuves (32,8%) anormales mises en évidence ont nécessité des investigations complémentaires. En analyse univariée, la fréquence de ces anomalies est d'autant plus grande que les sujets sont âgés (50 ans et plus), ont au moins un facteur de risque cardiovasculaire alors que le niveau d'entraînement et de condition physique n'augmentaient pas la fréquence d'épreuves anormales. Concernant le suivi de ces 556 consultants (taux de réponse à 41%), en décembre 2011, un seul sujet (0,45%) a eu un événement cardiocirculatoire majeur (accident vasculaire cérébral) et 2 sujets (0,9%) ont eu un geste de revascularisation coronarienne ; aucun décès n'a été constaté. Ces données suggèrent qu'il est pertinent de réaliser une épreuve d'effort chez des hommes sportifs asymptomatiques de plus de 40 ans en raison d'une forte prévalence d'anomalies. La sensibilité de cet examen semble supérieure chez les sujets de plus de 50 ans avec au moins un facteur de risque cardiovasculaire. Par ailleurs, cette étude ne permet pas de conclure sur l'intérêt de l'épreuve d'effort dans la prédiction d'évènements cardiocirculatoires étant donné leur faible incidence dans cette population et la durée brève du suivi. Pour répondre à cette question, des études prospectives, sur une plus longue période et incluant un plus grand nombre de sujets sont nécessaires.

THESE SOUTENUE PAR :

**EMORINE Marie**

TITRE DE LA THESE :

**Apports de l'épreuve d'effort chez l'homme de 40 ans ou plus, asymptomatique, poursuivant ou reprenant une activité physique sportive**

**CONCLUSION :**

**Contexte :** Plusieurs sociétés savantes recommandent de réaliser une épreuve d'effort chez les sujets masculins asymptomatiques de plus de 40 ans présentant un ou plusieurs facteurs de risque cardiovasculaire et souhaitant reprendre ou poursuivre une activité physique ou sportive. Le but de ce test est de dépister les anomalies qui pourraient menacer leur santé au cours d'un effort musculaire intense. Cependant, la pertinence de cet examen dans cette population considérée comme à faible risque cardiovasculaire n'a pas été évaluée.

**Objectifs :** Déterminer les caractéristiques des épreuves d'effort, la prévalence d'anomalies détectées, et le taux d'événements cardiovasculaires au cours du suivi de cette population de sujets.

**Méthode :** Etude rétrospective chez 556 sportifs asymptomatiques, sans antécédent coronarien, âgés d'au moins 40 ans ayant bénéficié d'une épreuve d'effort sur bicyclette ergométrique, à titre systématique, entre janvier 2007 et décembre 2010. En décembre 2011, recueil prospectif des événements cardiocirculatoires majeurs ou des gestes de revascularisation coronarienne chez ces sujets.

**Résultats :** L'âge moyen de la population était de 52,8 ans (40,0 à 83,6 ans), dont 72,4% avaient au moins un facteur de risque cardiovasculaire et 5,4% un indice SCORE > 5%. Au total, 180 épreuves (32,8%) ont été considérées comme anormales : 55 sujets (10%) avaient un profil tensionnel d'effort anormal, 84 (15%) un trouble du rythme ou de la conduction et 71 (13%) un sous-décalage du segment ST. En analyse univariée, la fréquence de ces anomalies est d'autant plus grande que les sujets sont âgés : RR à 3,05 pour les > 60 ans versus < 50 ans ( $p < 0,001$ ) ; RR à 2,05 pour les > 50 ans versus < 50 ans ( $p < 0,02$ ), et ont au moins un facteur de risque cardiovasculaire (35,3% versus 24,5%,  $p < 0,02$ ) ; ceci n'étant pas influencé par la condition physique et le niveau d'entraînement

des sujets. Ces anomalies ont fait l'objet d'une prescription d'investigations complémentaires par un cardiologue. Concernant les anomalies du profil d'effort tensionnel, seulement 35,3% des holters tensionnels ont été réalisés dont 50% étaient anormaux. Pour les troubles du rythme ou de la conduction, seules 62 % d'échographies cardiaques ont été réalisées dont 20,4% étaient anormales ; et respectivement 45,7% et 38% pour les holters ECG. Enfin, pour les anomalies de repolarisation, seules 62,8% des explorations ont été réalisées (échographie cardiaque d'effort, scintigraphie myocardique de stress et coroscanner) dont 23,3% étaient anormales. Dans les suites, parmi 8 coronarographies sur les 13 demandées, 2 étaient anormales. En décembre 2011, dans le cadre du suivi (41% de taux de réponse, soit 220 sujets suivis sur 3,12 ans avec un IC à 95% : 3,116-3,124), un seul sujet (0,45%) a eu un événement cardiovasculaire majeur (accident vasculaire cérébral) et 2 sujets (0,9%) ont eu un geste de revascularisation coronarienne ; aucun décès n'a été constaté.

**Conclusions :** Ces données suggèrent qu'il est pertinent de réaliser une épreuve d'effort chez des hommes sportifs asymptomatiques de plus de 40 ans en raison d'une forte prévalence d'anomalies. La sensibilité de cet examen semble supérieure chez les sujets de plus de 50 ans avec au moins un facteur de risque cardiovasculaire. Par ailleurs, cette étude ne permet pas de conclure sur l'intérêt de l'épreuve d'effort dans la prédiction d'événements cardiovasculaires étant donné leur faible incidence dans cette population et la durée brève du suivi. Pour répondre à cette question, des études prospectives, sur une plus longue période et incluant un plus grand nombre de sujets sont nécessaires.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER.

Grenoble, le 7/3/2012

LE DOYEN  
JP. ROMANET



LE PRESIDENT DE LA THESE  
G. VANZETTO

## VI. RESUMES DE LA THESE

### VI.1 Résumé

Apports de l'épreuve d'effort chez l'homme de 40 ans ou plus, asymptomatique, poursuivant ou reprenant une activité physique et sportive

*Mots clés : Epreuve d'effort, pathologies cardiovasculaires, sportifs séniors*

**Contexte :** Plusieurs sociétés savantes recommandent de réaliser une épreuve d'effort chez les sujets masculins asymptomatiques de plus de 40 ans présentant un ou plusieurs facteurs de risque cardiovasculaire et souhaitant reprendre ou poursuivre une activité physique ou sportive. Le but de ce test est de dépister les anomalies qui pourraient menacer leur santé au cours d'un effort musculaire intense. Cependant, la pertinence de cet examen dans cette population considérée comme à faible risque cardiovasculaire n'a pas été évaluée.

**Objectifs :** Déterminer les caractéristiques des épreuves d'effort, la prévalence d'anomalies détectées, et le taux d'événements cardiovasculaires au cours du suivi de cette population de sujets.

**Méthode et sujets :** Etude rétrospective chez 556 sportifs asymptomatiques, sans antécédent coronarien, âgés en moyenne de 52,8 ans (40,0 ans à 83,6 ans) ayant bénéficié d'une épreuve d'effort sur bicyclette ergométrique, à titre systématique, entre janvier 2007 et décembre 2010. 72,4% des sujets avaient au moins un facteur de risque cardiovasculaire et 5,4% un indice SCORE > 5%. En décembre 2011, recueil prospectif des événements cardiocirculatoires majeurs ou des gestes de revascularisation coronarienne chez ces sujets.

**Résultats :** Cent quatre-vingt épreuves (32,8%) ont été considérées comme anormales : 55 sujets (30,6%) avaient un profil tensionnel d'effort anormal, 84 (46,7%) un trouble du rythme ou de la conduction et 71 (39,4%) un sous-décalage du segment ST. En analyse univariée, la fréquence de ces anomalies était d'autant plus grande que les sujets étaient âgés (RR à 1,73 pour les > 60 ans versus < 50 ans ( $p < 0,001$ ) ; RR à 1,37 pour les > 50 ans versus < 50 ans ( $p < 0,02$ )), et avaient au moins un facteur de risque cardiovasculaire (RR = 1,44,  $p < 0,02$ ), alors que le niveau d'entraînement et de condition physique n'augmentaient pas la fréquence

d'épreuves anormales. Ces anomalies ont fait l'objet d'une prescription d'investigations complémentaires par un cardiologue. Concernant les anomalies du profil d'effort tensionnel, seulement 35,3% des holters tensionnels ont été réalisés dont 50% étaient anormaux. Pour les troubles du rythme ou de la conduction, seules 62 % d'échographies cardiaques ont été réalisées dont 20,4% étaient anormales ; et respectivement 45,7% et 38% pour les holters ECG. Enfin, pour les anomalies de repolarisation, seules 62,8% des explorations ont été réalisées (échographie cardiaque d'effort, scintigraphie myocardique de stress et coroscaner) dont 23,3% étaient anormales. Parmi 8 coronarographies sur les 13 demandées, 2 étaient anormales. En décembre 2011, dans le cadre du suivi (41% de taux de réponse, soit 220 sujets suivis sur 3,12 +/- 1,2 ans), un seul sujet (0,45%) a eu un événement cardiovasculaire majeur (accident vasculaire cérébral) et 2 sujets (0,9%) ont eu un geste de revascularisation coronarienne ; aucun décès n'a été constaté.

**Conclusions :** Ces données suggèrent qu'il est pertinent de réaliser une épreuve d'effort chez des hommes sportifs asymptomatiques de plus de 40 ans en raison d'une forte prévalence d'anomalies. La sensibilité de cet examen semble supérieure chez les sujets de plus de 50 ans avec au moins un facteur de risque cardiovasculaire. Par ailleurs, cette étude ne permet pas de conclure sur l'intérêt de l'épreuve d'effort dans la prédiction d'évènements cardiovasculaires étant donné leur faible incidence dans cette population et la durée brève du suivi. Pour répondre à cette question, des études prospectives, sur une plus longue période et incluant un plus grand nombre de sujets sont nécessaires.

## VI.2 Abstract

### Exercise testing in asymptomatic men over 40 years old undertaking or pursuing a physical activity

*Key words : exercise test, cardiovascular pathologies, athletic seniors*

**Background:** Numerous learned societies recommend exercise testing in male asymptomatic subjects over 40 years old who present with one or more cardiovascular risk factor and who would like to start or continue a physical activity. The aim of this test is to screen for abnormalities that could be harmful during intense exercise. However, the relevance of this test in this population that is considered at low cardiovascular risk has yet to be evaluated.

**Aims:** Determine the characteristics of exercise testing, the prevalence of detected abnormalities and the rate of cardiovascular events during the follow up of this population.

**Methods:** Retrospective study on 556 asymptomatic athletes, without past coronary events, that were 52.8 years old on average (40.0 to 83.6 yrs old) and who performed a cycle ergometer exercise test between January 2007 and December 2010. The percentage of subjects presenting at least one cardiovascular risk factor was 72.4 % and 5.4% presented a SCORE index > 5%. In December 2011, the major cardio-circulatory events or coronary revascularization procedures were collected prospectively.

**Results:** One hundred and eighty (32.8%) exercise tests were considered abnormal: 55 (30.6%) subjects presented exaggerated systolic blood pressure response to exercise, 84 (46.7%) had arrhythmia or a cardiac conduction problem and 71 (39.4%) ST-segment depression. A univariate analysis showed that the frequency of these abnormalities was increased when subjects were older (RR: 1.73 for subjects > 60 yrs old versus < 50 yrs old ( $p < 0.001$ ); RR: 1.37 for subjects > 50 yrs old versus < 50 yrs old ( $p < 0.02$ )), while as physical fitness and training level did not increase the frequency of abnormal tests. These abnormalities were confirmed by a cardiologist. Regarding the exaggerated systolic blood pressure response to exercise, only 35.3% of the blood pressure monitoring were carried out, of which 50% were abnormal. For arrhythmias or conduction problems, only 62% of cardiac

echocardiographies were carried out, of which 20.4 % were abnormal, and respectively 45.7% and 38% of the Holter ECGs. Finally, for repolarization abnormalities, only 62.8% of the exams were carried out (exercise echocardiography, exercise myocardial scintigraphy and coronary computed tomography angiography) of which 23.3% were abnormal. Out of 13 prescribed coronarographies, 8 were carried out and 2 were abnormal. In December 2011, during follow-up (41% answer rate, 220 subjects followed over 3.2 +/- 1.2 years), only one subject (0.45%) had a major cardiovascular event (stroke) and 2 subjects (0.9%) had a coronary revascularization procedure; no deaths were observed.

**Conclusion:** These data suggest that exercise testing is relevant in asymptomatic sports men over 40 years of age due to the high prevalence of abnormalities. The diagnostic sensitivity of this test seems superior in subjects of 50 years old with at least one cardiovascular risk factor. This study cannot conclude on the relevance of exercise testing in predicting cardiovascular events due to the low occurrence in this population and this short follow-up period. To address this question, longer prospective studies including a higher number of subjects are necessary.

## VII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Blair SN, Kohl HW 3rd, Paffenbarger RS Jr, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA*. 1989 nov 3;262(17):2395–401.
2. Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N. Engl. J. Med.* 1993 févr 25;328(8):538–45.
3. Berlin JA, Colditz GA. A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *Am. J. Epidemiol.* 1990 oct;132(4):612–28.
4. Sofi F, Capalbo A, Cesari F, Abbate R, Gensini GF. Physical activity during leisure time and primary prevention of coronary heart disease: an updated meta-analysis of cohort studies. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2008 juin;15(3):247–57.
5. Hull SS Jr, Vanoli E, Adamson PB, Verrier RL, Foreman RD, Schwartz PJ. Exercise training confers anticipatory protection from sudden death during acute myocardial ischemia. *Circulation.* 1994 févr;89(2):548–52.
6. Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, Linke A, Hofer J, Erbs S, et al. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 2000 févr 17;342(7):454–60.
7. Thompson PD, Buchner D, Pina IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH, et al. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation.* 2003 juin 24;107(24):3109–16.
8. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007 août 28;116(9):1081–93.
9. Graham I, Atar D, Borch-Johnsen K, Boysen G, Burell G, Cifkova R, et al. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: executive summary: Fourth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (Constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *Eur. Heart J.* 2007 oct;28(19):2375–414.
10. Activité physique, contextes et effets sur la santé. INSERM; 2008 mars.
11. Albert CM, Mittleman MA, Chae CU, Lee IM, Hennekens CH, Manson JE. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *N. Engl. J. Med.* 2000 nov 9;343(19):1355–61.

12. Siscovick DS, Weiss NS, Fletcher RH, Lasky T. The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise. *N. Engl. J. Med.* 1984 oct 4;311(14):874–7.
13. Mittleman MA, Maclure M, Tofler GH, Sherwood JB, Goldberg RJ, Muller JE. Triggering of acute myocardial infarction by heavy physical exertion. Protection against triggering by regular exertion. Determinants of Myocardial Infarction Onset Study Investigators. *N. Engl. J. Med.* 1993 déc 2;329(23):1677–83.
14. Thompson PD, Balady GJ, Chaitman BR, Clark LT, Levine BD, Myerburg RJ. Task Force 6: coronary artery disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005 avr 19;45(8):1348–53.
15. Noakes TD, Opie LH, Rose AG, Kleynhans PH, Schepers NJ, Dowdeswell R. Autopsy-proved coronary atherosclerosis in marathon runners. *N. Engl. J. Med.* 1979 juill 12;301(2):86–9.
16. Constantini NW, Dubnov-Raz G, Mountjoy M. Causes of sudden death during the triathlon. *JAMA.* 2010 juill 21;304(3):269; author reply 269–270.
17. 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.* 2011 juin;18(3):446–58.
18. Siscovick DS, Weiss NS, Fletcher RH, Schoenbach VJ, Wagner EH. Habitual vigorous exercise and primary cardiac arrest: effect of other risk factors on the relationship. *J Chronic Dis.* 1984;37(8):625–31.
19. Sofi F, Capalbo A, Pucci N, Giuliattini J, Condino F, Alessandri F, et al. Cardiovascular evaluation, including resting and exercise electrocardiography, before participation in competitive sports: cross sectional study. *BMJ.* 2008;337:a346.
20. Fowler-Brown A, Pignone M, Pletcher M, Tice JA, Sutton SF, Lohr KN. Exercise tolerance testing to screen for coronary heart disease: a systematic review for the technical support for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann. Intern. Med.* 2004 avr 6;140(7):W9–24.
21. Cournot M, Taraszkievicz D, Cambou J-P, Galinier M, Boccalon H, Hanaire-Broutin H, et al. Additional prognostic value of physical examination, exercise testing, and arterial ultrasonography for coronary risk assessment in primary prevention. *Am. Heart J.* 2009 nov;158(5):845–51.
22. Greenwood JP, Maredia N, Younger JF, Brown JM, Nixon J, Everett CC, et al. Cardiovascular magnetic resonance and single-photon emission computed tomography for diagnosis of coronary heart disease (CE-MARC): a prospective trial. *Lancet*
23. Guidelines of the French Society of Cardiology for exercise testing of adults in cardiology. *Arch Mal Coeur Vaiss.* 1997 janv;90(1):77–91.
24. Medelli J. Conférence de consensus: les épreuves d'effort en médecine du sport. *Sciences et Sport.* 1998;13:174–87.

25. Mezzani A, Agostoni P, Cohen-Solal A, Corrà U, Jegier A, Kouidi E, et al. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2009 juin;16(3):249–67.
26. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA*. 2009 mai 20;301(19):2024–35.
27. Kokkinos P, Myers J. Exercise and physical activity: clinical outcomes and applications. *Circulation*. 2010 oct 19;122(16):1637–48.
28. Rautaharju PM, Prineas RJ, Eifler WJ, Furberg CD, Neaton JD, Crow RS, et al. Prognostic value of exercise electrocardiogram in men at high risk of future coronary heart disease: Multiple Risk Factor Intervention Trial experience. *J. Am. Coll. Cardiol*. 1986 juill;8(1):1–10.
29. Bruce RA, DeRouen TA, Hossack KF. Value of maximal exercise tests in risk assessment of primary coronary heart disease events in healthy men. Five years' experience of the Seattle heart watch study. *Am. J. Cardiol*. 1980 sept;46(3):371–8.
30. D'Agostino RB Sr, Vasan RS, Pencina MJ, Wolf PA, Cobain M, Massaro JM, et al. General cardiovascular risk profile for use in primary care: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2008 févr 12;117(6):743–53.
31. Cuende JI, Cuende N, Calaveras-Lagartos J. How to calculate vascular age with the SCORE project scales: a new method of cardiovascular risk evaluation. *Eur. Heart J*. 2010 oct;31(19):2351–8.
32. O'Leary DH, Polak JF, Kronmal RA, Manolio TA, Burke GL, Wolfson SK Jr. Carotid-artery intima and media thickness as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults. Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. *N. Engl. J. Med*. 1999 janv 7;340(1):14–22.
33. Using nontraditional risk factors in coronary heart disease risk assessment: U.S. Preventive Services Task Force recommendation statement. *Ann. Intern. Med*. 2009 oct 6;151(7):474–82.
34. Helfand M, Buckley DI, Freeman M, Fu R, Rogers K, Fleming C, et al. Emerging risk factors for coronary heart disease: a summary of systematic reviews conducted for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann. Intern. Med*. 2009 oct 6;151(7):496–507.
35. AFSSAPS guideline for the treatment of dyslipidemia. *Rev Prat*. 2005 oct 31;55(16):1788–93.
36. Wilson PW, D'Agostino RB, Levy D, Belanger AM, Silbershatz H, Kannel WB. Prediction of coronary heart disease using risk factor categories. *Circulation*. 1998 mai 12;97(18):1837–47.

37. Conroy RM, Pyörälä K, Fitzgerald AP, Sans S, Menotti A, De Backer G, et al. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project. *Eur. Heart J.* 2003 juin;24(11):987–1003.
38. De Backer G, Ambrosioni E, Borch-Johnsen K, Brotons C, Cifkova R, Dallongeville J, et al. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. Third Joint Task Force of European and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice. *Eur. Heart J.* 2003 sept;24(17):1601–10.
39. Kesaniemi YK, Danforth E Jr, Jensen MD, Kopelman PG, Lefèbvre P, Reeder BA. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 juin;33(6 Suppl):S351–358.
40. Erikssen G. Physical fitness and changes in mortality: the survival of the fittest. *Sports Med.* 2001;31(8):571–6.
41. Bonnefoy M, Kostka T, Berthouze SE, Lacour JR. Validation of a physical activity questionnaire in the elderly. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1996;74(6):528–33.
42. Wei M, Kampert JB, Barlow CE, Nichaman MZ, Gibbons LW, Paffenbarger RS Jr, et al. Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men. *JAMA.* 1999 oct 27;282(16):1547–53.
43. Baecke JA, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 1982 nov;36(5):936–42.
44. Blair SN, Cheng Y, Holder JS. Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Med Sci Sports Exerc.* 2001 juin;33(6 Suppl):S379–399; discussion S419–420.
45. Haskell WL. What to look for in assessing responsiveness to exercise in a health context. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 juin;33(6 Suppl):S454–458; discussion S493–494.
46. Wen CP, Wai JPM, Tsai MK, Yang YC, Cheng TYD, Lee M-C, et al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet.* 2011 oct 1;378(9798):1244–53.
47. Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, Stølen TO, Bye A, Haram PM, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation.* 2008 juill 22;118(4):346–54.
48. Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F, et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet.* 2004 sept 11;364(9438):937–52.
49. Morris JN, Heady JA, Raffle PA, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart-disease and physical activity of work. *Lancet.* 1953 nov 21;265(6795):1053–1057; contd.
50. Morris JN, Kagan A, Pattison DC, Gardner MJ. Incidence and prediction of ischaemic heart-disease in London busmen. *Lancet.* 1966 sept 10;2(7463):553–9.

51. Paffenbarger RS Jr, Laughlin ME, Gima AS, Black RA. Work activity of longshoremen as related to death from coronary heart disease and stroke. *N. Engl. J. Med.* 1970 mai 14;282(20):1109–14.
52. Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N. Engl. J. Med.* 1986 mars 6;314(10):605–13.
53. Keys A. *Seven countries: a Multivariate Analysis of Death and Coronary Heart Disease.* Cambridge. Harvard University Press. 1980;
54. Darioli R, Mooser V, Perdrix J, et al. Répercussions de la sédentarité sur le profil des facteurs de risque cardiovasculaire et le risque d'accident coronarien chez les employés d'entreprises du canton de Vaud. *Med Hyg.* 2002;(60):567–72.
55. Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB. Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. *JAMA.* 2002 oct 23;288(16):1994–2000.
56. Shephard RJ. Absolute versus relative intensity of physical activity in a dose-response context. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 juin;33(6 Suppl):S400–418; discussion S419–420.
57. Maron BJ. Sudden death in young athletes. *N. Engl. J. Med.* 2003 sept 11;349(11):1064–75.
58. Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, Thiene G. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA.* 2006 oct 4;296(13):1593–601.
59. Medelli J, et al. Position de consensus de la Société Française de Médecine du Sport concernant la directive n°000149 du 3 avril 2001 sur les épreuves d'effort des sportifs de haut niveau. *Sciences et Sport.* 2002;17:48–50.
60. Lampert E. Erreurs à ne pas commettre lors de la réalisation d'un exercice de détermination de la consommation maximale d'oxygène. *Sciences et sport.* 1998;13:193–201.
61. Epstein SE, Cannon RO 3rd, Bonow RO. Exercise testing in patients with microvascular angina. *Circulation.* 1991 mai;83(5 Suppl):III73–76.
62. Fleischmann KE, Hunink MG, Kuntz KM, Douglas PS. Exercise echocardiography or exercise SPECT imaging? A meta-analysis of diagnostic test performance. *JAMA.* 1998 sept 9;280(10):913–20.
63. Chamontin B, Chatellier G, Herpin D, Plouin P, Mallion J, Waeber B, et al. Les recommandations HAS-2005 sur la prise en charge des patients adultes atteints d'hypertension artérielle. 2005 nov. Report No.: 18.
64. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation.* 2001 oct 2;104(14):1694–740.

65. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br. J. Nutr.* 1974 juill;32(1):77–97.
66. Davidson LE, Wang J, Thornton JC, Kaleem Z, Silva-Palacios F, Pierson RN, et al. Predicting fat percent by skinfolds in racial groups: Durnin and Womersley revisited. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 mars;43(3):542–9.
67. Mallion JM, Baguet JP, Tremel F, Siché JP, De Gaudemaris R. Diagnostic and prognostic value of exercise testing. *J. Cardiovasc. Pharmacol.* 1995;25 Suppl 1:S15–19.
68. Casaburi R, Storer TW, Sullivan CS, Wasserman K. Evaluation of blood lactate elevation as an intensity criterion for exercise training. *Med Sci Sports Exerc.* 1995 juin;27(6):852–62.
69. Howley ET, Bassett DR Jr, Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc.* 1995 sept;27(9):1292–301.
70. Tanaka H, Seals DR. Invited Review: Dynamic exercise performance in Masters athletes: insight into the effects of primary human aging on physiological functional capacity. *J. Appl. Physiol.* 2003 nov;95(5):2152–62.
71. Palatini P. Exercise testing in asymptomatic subjects: from diagnostic test to prognostic tool? *Eur. Heart J.* 2008 août;29(15):1803–6.
72. Jae SY, Fernhall B, Heffernan KS, Kang M, Lee M-K, Choi YH, et al. Exaggerated blood pressure response to exercise is associated with carotid atherosclerosis in apparently healthy men. *J. Hypertens.* 2006 mai;24(5):881–7.
73. Shim CY, Ha J-W, Park S, Choi E-Y, Choi D, Rim S-J, et al. Exaggerated blood pressure response to exercise is associated with augmented rise of angiotensin II during exercise. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008 juill 22;52(4):287–92.
74. Filipovský J, Ducimetière P, Safar ME. Prognostic significance of exercise blood pressure and heart rate in middle-aged men. *Hypertension.* 1992 sept;20(3):333–9.
75. Sallis JF, Broyles SL, Nader PR, Buono MJ, Abramson IS, Patterson TL, et al. Blood pressure reactivity to exercise: stability, determinants, family aggregation, and prediction. *J Dev Behav Pediatr.* 1991 juin;12(3):162–70.
76. de Lima SG, de Albuquerque M de FPM, de Oliveira JRM, Ayres CFJ, da Cunha JEG, de Oliveira DF, et al. Exaggerated blood pressure response during exercise treadmill testing: functional and hemodynamic features, and risk factors. *Hypertension Research: Official Journal of the Japanese Society of Hypertension [Internet].* 2012 févr 23 [cité 2012 mars 14]; Consulté de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22357524>
77. Kligfield P, Lauer MS. Exercise electrocardiogram testing: beyond the ST segment. *Circulation.* 2006 nov 7;114(19):2070–82.

## VIII. ABREVIATIONS

**AFSSAPS** : Agence Française de Sécurité Sanitaire et des Produits de Santé

**APS** : Activité Physique et Sportive

**AV** : Auriculo-Ventriculaire

**AVC** : Accident Vasculaire Cérébral

**BAV** : Bloc Auriculo-ventriculaire

**BPM** : Battement Par Minute

**CHU** : Centre Hospitalier Universitaire

**CV**: CardioVasculaire

**ECG**: Electrocardiogramme

**EE** : Epreuve d'Effort

**EMI** : Effort Musculaire Intense

**EPS** : Education Physique et Sportive

**ESA** : ExtraSystole Auriculaire

**ESV** : ExtraSystole Ventriculaire

**ET** : Ecart Type

**ETT** : Echographie TransThoracique

**FC** : Fréquence Cardiaque

**FRCV** : Facteur de Risque CardioVasculaire

**HDL** : High Density Lipoprotein

**HTA** : HyperTension Artérielle

**IDM**: Infarctus Du Myocarde

**IMC**: Indice de Masse Corporelle

**IRM**: Imagerie par Résonnance Magnétique

**LDL**: Low Density Lipoprotein

**MAPA**: Mesure Ambulatoire de la Pression Artérielle

**MET**: Metabolic Equivalent of Task

**MG**: Masse Grasse

**MS** : Mort Subite

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**PA** : Pression Artérielle

**PTE** : Profil Tensionnel d'Effort

**QR** : Quotient Respiratoire

**RCV:** Risque CardioVasculaire

**SCORE:** Systematic COronary Risk Evaluation

**TDC:** Trouble De la Conduction

**TDR :** Trouble Du Rythme

**UM :** Unité Médicale

**USIC :** Unité de Soins Intensifs de Cardiologie

**VPN :** Valeur Prédictive Négative

**VPP :** Valeur Prédictive Positive

## IX. ANNEXES

### ANNEXE 1 : Modèles d'estimation du risque d'accident coronarien à 10 ans, chez un patient ne souffrant pas de diabète et ne présentant pas de signes cliniques manifestes de maladie cardiovasculaire, à l'aide des données issues de l'étude Framingham Heart

Hommes						Femmes							
Facteur de risque		Points pour évaluer le risque				Facteur de risque		Points pour évaluer le risque					
Groupe d'âge						Groupe d'âge							
20-34 ans		-9				20-34 ans		-7					
35-39 ans		-4				35-39 ans		-3					
40-44 ans		0				40-44 ans		0					
45-49 ans		3				45-49 ans		3					
50-54 ans		6				50-54 ans		6					
55-59 ans		8				55-59 ans		8					
60-64 ans		10				60-64 ans		10					
65-69 ans		11				65-69 ans		12					
70-74 ans		12				70-74 ans		14					
75-79 ans		13				75-79 ans		16					
Taux de cholestérol total (mmol/L)						Taux de cholestérol total (mmol/L)							
		Groupe d'âge (ans)						Groupe d'âge (ans)					
		20-39	40-49	50-59	60-69	70-79			20-39	40-49	50-59	60-69	70-79
< 4,14		0	0	0	0	0	< 4,14		0	0	0	0	0
4,15-5,19		4	3	2	1	0	4,15-5,19		4	3	2	1	1
5,20-6,19		7	5	3	1	0	5,20-6,19		8	6	4	2	1
6,20-7,20		9	6	4	2	1	6,20-7,20		11	8	5	3	2
≥7,21		11	8	5	3	1	≥7,21		13	10	7	4	2
Fumeur						Fumeuse							
Non		0	0	0	0	0	Non		0	0	0	0	0
Oui		8	5	3	1	1	Oui		9	7	4	2	1
Taux de cholestérol HDL (mmol/L)						Taux de cholestérol HDL (mmol/L)							
≥1,55		-1				≥1,55		-1					
1,30-1,54		0				1,30-1,54		0					
1,04-1,29		1				1,04-1,29		1					
< 1,04		2				< 1,04		2					

Pression systolique (mm Hg)			Pression systolique (mm Hg)		
	Non traitée	Traitée		Non traitée	Traitée
< 120	0	0	< 120	0	0
120-129	0	1	120-129	1	3
130-139	1	2	130-139	2	4
140-159	1	2	140-159	3	5
≥160	2	3	≥160	4	6

Total des points	Risque après 10 ans (%)	Total des points	Risque après 10 ans (%)
< 0	< 1	< 9	< 1
0-4	1	9-12	1
5-6	2	13-14	2
7	3	15	3
8	4	16	4
9	5	17	5
10	6	18	6
11	8	19	8
12	10	20	11
13	12	21	14
14	16	22	17
15	20	23	22
16	25	24	27
≥17	≥30	≥25	≥30

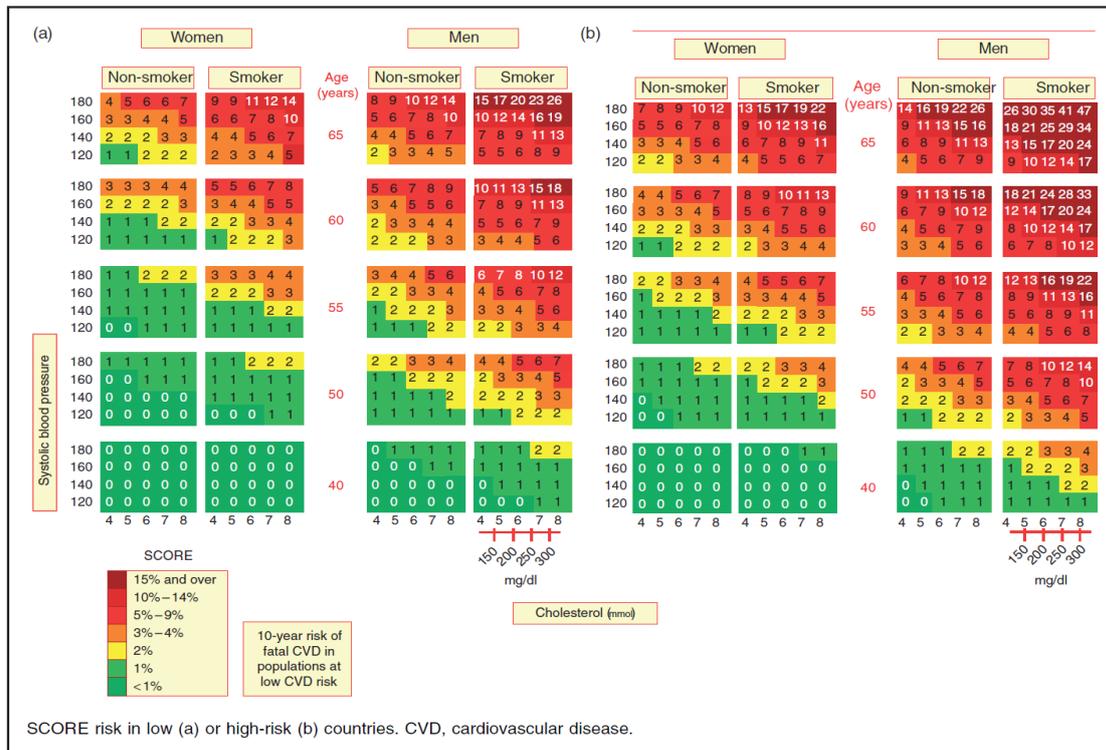
Risque  
après 10 ans :  
\_\_\_\_\_ %

Risque  
après 10 ans :  
\_\_\_\_\_ %

- Source : adapté de CMAJ, Oct. 28, 2003; 169 (9)

Mise à jour 2010

**ANNEXE 2 : Le risque SCORE dans les pays à bas risque (tableau a) et dans les pays à haut risque (tableau b) de maladies et de décès cardiovasculaires d'après Borjesson M. (17)**





**ANNEXE 4 : lettre adressée aux médecins pour suivi des consultants en post-épreuve d'effort.**

Grenoble, le

Cher confrère,

Vous nous avez adressé dans le service de médecine du sport du CHU de Grenoble vos/votre patient(s) pour la réalisation d'une épreuve d'effort le.....

Il s'agit de Mr .....né le.....

Mr.....né le.....

J'effectue actuellement une étude sur l'utilité de cet examen chez les hommes sportifs de plus de 40 ans dans le cadre de la soutenance de ma thèse dans le champ de la médecine du sport.

Je souhaite donc obtenir des données complémentaires concernant votre/vos patient(s) pour étayer cette question de recherche.

**1/ Pourriez-vous nous transmettre différentes informations médicales le/les concernant pour compléter mon étude à savoir (seulement les examens surlignés) :**

- bilan du cholestérol (cholestérol total, HDL-cholestérol, LDL-cholestérol et Triglycérides en g/L)
- échographie cardiaque de repos ou d'effort
- holter rythmique
- holter tensionnel
- scintigraphie myocardique
- coronarographie
- coroscanner

**2/ Y-a-t il eu une modification ou une instauration de traitement antihypertenseur ou hypolipémiant suite à la réalisation de cette épreuve d'effort ? (Entourez la bonne réponse)**

- OUI
  - o Si oui, quel traitement et pour quel patient:
- NON

**3/ Ce/ces patient(s) ont-ils eu depuis cette consultation un accident cardio-circulatoire (IDM, AVC, mort subite) ou un geste de revascularisation coronaire (stent, pontage) ? (Entourez la bonne réponse)**

- OUI
  - o Si oui, quels accidents ou quels gestes et pour quel patient:
- NON

Merci de transmettre ces informations à l'intention de Melle EMORINE soit par :

**- courrier :**

unité médicale « sports et pathologies »  
hôpital SUD  
avenue de Kimberley  
38043 ECHIROLLES CEDEX

- **fax :** 04-76-76-89-21

- **mail :** [memorine@chu-grenoble.fr](mailto:memorine@chu-grenoble.fr) ou [MGuinot@chu-grenoble.fr](mailto:MGuinot@chu-grenoble.fr)

*Je vous précise que ces données resteront confidentielles et seront intégrées dans le dossier médical de médecine du sport du CHU de Grenoble, de votre/vos patient(s).*

Pour tous renseignements complémentaires, vous pouvez contacter le service « sports et pathologies » de l'hôpital Sud de Grenoble au 04-76-76-54-94 et demander à parler au Dr GUINOT ou à Melle EMORINE.

Merci de votre réponse et de votre compréhension.

Je vous prie, Monsieur, d'accepter mes salutations les meilleures.

Dr GUINOT

Melle EMORINE M.

## **X. LISTE DES PROFESSEURS ET DES MAITRES DE CONFERENCE UNIVERSITAIRES – PRATICIEN HOSPITALIER**

### **Professeur des Universités – Praticien Hospitalier**

**2011-2012**

<b>Nom</b>	<b>Prénom</b>	<b>Intitulé de la discipline universitaire</b>
<b>ALBALADEJO</b>	Pierre	<b>Anesthésiologie-Réanimation</b>
<b>ARVIEUX-BARTHELEMY</b>	Catherine	<b>Chirurgie générale</b>
<b>BACONNIER</b>	Pierre	<b>Biostatistiques , informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>BAGUET</b>	Jean-Philippe	<b>Cardiologie</b>
<b>BALOSSO</b>	Jacques	<b>Radiothérapie</b>
<b>BARRET</b>	Luc	<b>Médecine légale et droit de la santé</b>
<b>BAUDAIN</b>	Philippe	<b>Radiologie et imagerie médicale</b>
<b>BEANI</b>	Jean-Claude	<b>Dermato-vénéréologie</b>
<b>BENHAMOU</b>	Pierre Yves	<b>Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques</b>
<b>BERGER</b>	François	<b>Biologie cellulaire</b>
<b>BLIN</b>	Dominique	<b>Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire</b>
<b>BOLLA</b>	Michel	<b>Cancérologie ; radiothérapie</b>
<b>BONAZ</b>	Bruno	<b>Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie</b>
<b>BOSSON</b>	Jean-Luc	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>BOUGEROL</b>	Thierry	<b>Psychiatrie d'adultes</b>
<b>BRAMBILLA</b>	Elisabeth	<b>Anatomie et cytologie pathologiques</b>
<b>BRAMBILLA</b>	Christian	<b>Pneumologie</b>
<b>BRICAULT</b>	Ivan	<b>Radiologie et imagerie médicale</b>

<b>BRICHON</b>	Pierre-Yves	<b>Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire</b>
<b>BRIX</b>	Muriel	<b>Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie</b>
<b>CAHN</b>	Jean-Yves	<b>Hématologie</b>
<b>CARPENTIER</b>	Françoise	<b>Thérapeutique ; médecine d'urgence</b>
<b>CARPENTIER</b>	Patrick	<b>Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire</b>
<b>CESBRON</b>	Jean-Yves	<b>Immunologie</b>
<b>CHABARDES</b>	Stephan	<b>Neurochirurgie</b>
<b>CHABRE</b>	Olivier	<b>Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques</b>
<b>CHAFFANJON</b>	Philippe	<b>Anatomie</b>
<b>CHAVANON</b>	Olivier	<b>Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire</b>
<b>CHIQUET</b>	Christophe	<b>Ophthalmologie</b>
<b>CHIROSSEL</b>	Jean-Paul	<b>Anatomie</b>
<b>CINQUIN</b>	Philippe	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>COHEN</b>	Olivier	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>COUTURIER</b>	Pascal	<b>Gériatrie et biologie du vieillissement</b>
<b>CRACOWSKI</b>	Jean-Luc	<b>Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique</b>
<b>DE GAUDEMARIS</b>	Régis	<b>Médecine et santé au travail</b>
<b>DEBILLON</b>	Thierry	<b>Pédiatrie</b>
<b>DEMATTEIS</b>	Maurice	<b>Addictologie</b>
<b>DEMONGEOT</b>	Jacques	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>DESCOTES</b>	Jean-Luc	<b>Urologie</b>
<b>ESTEVE</b>	François	<b>Biophysique et médecine nucléaire</b>
<b>FAGRET</b>	Daniel	<b>Biophysique et médecine nucléaire</b>
<b>FAUCHERON</b>	Jean-Luc	<b>Chirurgie générale</b>
<b>FERRETTI</b>	Gilbert	<b>Radiologie et imagerie médicale</b>

<b>FEUERSTEIN</b>	Claude	<b>Physiologie</b>
<b>FONTAINE</b>	Eric	<b>Nutrition</b>
<b>FRANCOIS</b>	Patrice	<b>Epidémiologie, économie de la santé et prévention</b>
<b>GARBAN</b>	Frédéric	<b>Hématologie ; Transfusion</b>
<b>GAUDIN</b>	Philippe	<b>Rhumatologie</b>
<b>GAVAZZI</b>	Gaetan	<b>Gériatrie et biologie du vieillissement</b>
<b>GAY</b>	Emmanuel	<b>Neurochirurgie</b>
<b>GRIFFET</b>	Jacques	<b>Chirurgie infantile</b>
<b>HALIMI</b>	Serge	<b>Nutrition</b>
<b>HOMMEL</b>	Marc	<b>Neurologie</b>
<b>JOUK</b>	Pierre-Simon	<b>Génétique</b>
<b>JUVIN</b>	Robert	<b>Rhumatologie</b>
<b>KAHANE</b>	Philippe	<b>Physiologie</b>
<b>KRACK</b>	Paul	<b>Neurologie</b>
<b>KRAINIK</b>	Alexandre	<b>Radiologie et imagerie médicale</b>
<b>LANTUEJOUL</b>	Sylvie	<b>Anatomie et cytologie pathologiques</b>
<b>LEBAS</b>	Jean-François	<b>Biophysique et médecine nucléaire</b>
<b>LEBEAU</b>	Jacques	<b>Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie</b>
<b>LECCIA</b>	Marie-Thérèse	<b>Dermato-vénéréologie</b>
<b>LEROUX</b>	Dominique	<b>Génétique</b>
<b>LEROY</b>	Vincent	<b>Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie</b>
<b>LETOUBLON</b>	Christian	<b>Chirurgie générale</b>
<b>LEVY</b>	Patrick	<b>Physiologie</b>
<b>LUNARDI</b>	Joël	<b>Biochimie et biologie moléculaire</b>
<b>MACHECOURT</b>	Jacques	<b>Cardiologie</b>
<b>MAGNE</b>	Jean-Luc	<b>Chirurgie vasculaire</b>
<b>MAITRE</b>	Anne	<b>Médecine et santé eu travail</b>

<b>MAURIN</b>	Max	<b>Bactériologie-virologie</b>
<b>MERLOZ</b>	Philippe	<b>Chirurgie orthopédique et traumatologique</b>
<b>MORAND</b>	Patrice	<b>Bactériologie-virologie</b>
<b>MORO-SIBILOT</b>	Denis	<b>Pneumologie</b>
<b>MOUSSEAU</b>	Mireille	<b>Cancérologie</b>
<b>MOUTET</b>	François	<b>Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlogie</b>
<b>PALOMBI</b>	Olivier	<b>Anatomie</b>
<b>PASSAGIA</b>	Jean-Guy	<b>Anatomie</b>
<b>PAYEN DE LA GARANDERIE</b>	Jean-François	<b>Anesthésiologie-réanimation</b>
<b>PELLOUX</b>	Hervé	<b>Parasitologie et mycologie</b>
<b>PEPIN</b>	Jean-Louis	<b>Physiologie</b>
<b>PERENNOU</b>	Dominique	<b>Médecine physique et réadaptation</b>
<b>PERNOD</b>	Gilles	<b>Médecine vasculaire</b>
<b>PIOLAT</b>	Christian	<b>Chirurgie infantile</b>
<b>PISON</b>	Christophe	<b>Pneumologie</b>
<b>PLANTAZ</b>	Dominique	<b>Pédiatrie</b>
<b>POLACK</b>	Benoît	<b>Hématologie</b>
<b>PONS</b>	Jean-Claude	<b>Gynécologie-obstétrique</b>
<b>RAMBEAUD</b>	Jean-Jacques	<b>Urologie</b>
<b>REYT</b>	Emile	<b>Oto-rhino-laryngologie</b>
<b>RIGHINI</b>	Christian	<b>Oto-rhino-laryngologie</b>
<b>ROMANET</b>	Jean-Paul	<b>Ophtalmologie</b>
<b>SARAGAGLIA</b>	Dominique	<b>Chirurgie orthopédique et tramatologie</b>
<b>SCHMERBER</b>	Sébastien	<b>Oto-rhino-laryngologie</b>
<b>SELE</b>	Bernard	<b>Biologie et médecine du développement et de la reproduction</b>
<b>SERGENT</b>	Fabrice	<b>Gynécologie-obstétrique</b>

<b>SESSA</b>	Carminé	<b>Chirurgie vasculaire</b>
<b>STAHL</b>	Jean-Paul	<b>Maladies infectieuses ; maladies tropicales</b>
<b>STANKE</b>	Françoise	<b>Pharmacologie fondamentale</b>
<b>TIMSIT</b>	Jean-François	<b>Réanimation</b>
<b>TONETTI</b>	Jérôme	<b>Chirurgie orthopédique et traumatologie</b>
<b>TOUSSAINT</b>	Bertrand	<b>Biochimie et biologie moléculaire</b>
<b>VANZETTO</b>	Gérald	<b>Cardiologie</b>
<b>VUILLEZ</b>	Jean-Philippe	<b>Biophysique et médecine nucléaire</b>
<b>WEIL</b>	Georges	<b>Epidémiologie, économie de la santé et prévention</b>
<b>ZAOUÏ</b>	Philippe	<b>Néphrologie</b>
<b>ZARSKI</b>	Jean-Pierre	<b>Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie</b>

## Maitre de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

2011-2012

Nom	Prénom	Intitulé de la discipline
BONNETERRE	Vincent	Médecine et santé au travail
BOTTARI	Serge	Biologie cellulaire
BOUTONNAT	Jean	Cytologie et histologie
BRENIER-PINCHART	Marie-Pierre	Parasitologie et mycologie
BRIOT	Raphaël	Thérapeutique ; médecine d'urgence
CALLANAN-WILSON	Mary	Hématologie ; transfusion
CROIZE	Jacques	Bactériologie-virologie
DERANSART	Colin	Physiologie
DETANTE	Olivier	Neurologie
DUMESTRE-PERARD	Chantal	Immunologie
EYSSERIC	Hélène	Médecine légale et droit de la santé
FAURE	Julien	Biochimie et biologie moléculaire
GILLOIS	Pierre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
GRAND	Sylvie	Radiologie et imagerie médicale
HENNEBICQ	Sylviane	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
HOFFMANN	Pascale	Gynécologie-obstétrique
LABARERE	José	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
LAPORTE	François	Biochimie et biologie moléculaire
LARDY	Bernard	Biochimie et biologie moléculaire
LARRAT	Sylvie	Bactériologie-virologie
LAUNOIS-ROLLINAT	Sandrine	Physiologie

<b>MALLARET</b>	Marie-Reine	<b>Epidémiologie, économie de la santé et prévention</b>
<b>MAUBON</b>	Danièle	<b>Parasitologie et mycologie</b>
<b>MC LEER (FLORIN)</b>	Anne	<b>Cytologie et histologie</b>
<b>MOREAU-GAUDRY</b>	Alexandre	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>MOUCHET</b>	Patrick	<b>Physiologie</b>
<b>PACLET</b>	Marie-Hélène	<b>Biochimie et biologie moléculaire</b>
<b>PASQUIER</b>	Dominique	<b>Anatomie et cytologie pathologiques</b>
<b>PAYSANT</b>	François	<b>Médecine légale et droit de la santé</b>
<b>PELLETIER</b>	Laurent	<b>Biologie cellulaire</b>
<b>RAY</b>	Pierre	<b>Génétique</b>
<b>RIALLE</b>	Vincent	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>SATRE</b>	Véronique	<b>Génétique</b>
<b>STASIA</b>	Marie-Josée	<b>Biochimie et biologie moléculaire</b>
<b>TAMISIER</b>	Renaud	<b>Physiologie</b>

## XI. SERMENT D'HIPPOCRATE

HIPPOCRATES. 9.



Qui dñs memorem laudes, repetámque fideles  
Ingenij dotes, Hippocratisque decus.  
Democriti auditor Phœbea, ô, Coë propago,  
Centus an quis te tradidit artis opes?

### SERMENT D'HIPPOCRATE

*En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'HIPPOCRATE,*

*je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.*

*Je donnerai mes soins gratuitement à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au dessus de mon travail. Je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.*

*Admis dans l'intimité des maisons, mes yeux n'y verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*

*Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.*

*Je garderai le respect absolu de la vie humaine.*

*Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.*

*Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.*

*Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.*