

UNIVERSITÉ DE LIMOGES  
Faculté de Médecine



Année 1992



THESE N°

12/11

INTERET DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE  
D'EFFORT POUR LE DIAGNOSTIC  
DE RESTENOSE APRES  
ANGIOPLASTIE CORONAIRE

T H E S E

POUR LE  
DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

*Présentée et soutenue publiquement le 22 septembre 1992*

*par*

**Olivier ABRIEU**

né le 7 février 1962 à Montpellier (Hérault)

EXAMINATEURS de la THESE

Monsieur le Professeur BENSARD.....PRÉSIDENT  
Monsieur le Professeur GUERET.....JUGE  
Monsieur le Professeur LASKAR.....JUGE  
Monsieur le Docteur PERDRISOT.....JUGE  
Monsieur le Docteur VIROT.....MEMBRE INVITÉ

THESE MED LIMOGES 1992

147



Ex. 1

Libil

LM 789

UNIVERSITÉ DE LIMOGES  
Faculté de Médecine

Année 1992

THESE N° *1117*

INTERET DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE  
D'EFFORT POUR LE DIAGNOSTIC  
DE RESTENOSE APRES  
ANGIOPLASTIE CORONAIRE

T H E S E

POUR LE  
DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

*Présentée et soutenue publiquement le 22 septembre 1992*

*par*

**Olivier ABRIEU**

né le 7 février 1962 à Montpellier (Hérault)

EXAMINATEURS de la THESE

Monsieur le Professeur BENSALD.....PRÉSIDENT  
Monsieur le Professeur GUERET.....JUGE  
Monsieur le Professeur LASKAR.....JUGE  
Monsieur le Docteur PERDRISOT.....JUGE  
Monsieur le Docteur VIROT.....MEMBRE INVITÉ



## UNIVERSITE DE LIMOGES

## FACULTE DE MEDECINE

\*\*\*\*\*

- DOYEN DE LA FACULTE : Monsieur le Professeur BONNAUD
- ASSESEURS : Monsieur le Professeur PIVA  
Monsieur le Professeur COLOMBEAU

PERSONNEL ENSEIGNANT

## \* PROFESSEURS DES UNIVERSITES

ADENIS Jean-Paul	Ophtalmologie
ALAIN Luc	Chirurgie infantile
ARCHAMBEAUD Françoise	Médecine interne
ARNAUD Jean-Paul	Chirurgie orthopédique et Traumatologique
BARTHE Dominique	Histologie, Embryologie
BAUDET Jean	Clinique obstétricale et Gynécologie
BENSAID Julien	Clinique médicale cardiologique
BONNAUD François	Pneumo-Phtisiologie
BONNETBLANC Jean-Marie	Dermatologie
BORDESSOULE Dominique	Hématologie et Transfusion
BOULESTEIX Jean	Pédiatrie
BOUQUIER Jean-José	Clinique de Pédiatrie
BRETON Jean-Christian	Biochimie
CAIX Michel	Anatomie
CATANZANO Gilbert	Anatomie pathologique
CHASSAIN Albert	Physiologie
CHRISTIDES Constantin	Chirurgie thoracique et cardiaque
COLOMBEAU Pierre	Urologie
CUBERTAFOND Pierre	Clinique de chirurgie digestive
DE LUMLEY WOODYEAR Lionel	Pédiatrie
DENIS François	Bactériologie-Virologie
DESCOTTES Bernard	Anatomie
DESPROGES-GOTTERON Robert	Clinique thérapeutique et rhumatologique
DUDOGNON Pierre	Rééducation fonctionnelle
DUMAS Michel	Neurologie
DUMAS Jean-Philippe	Urologie
DUMONT Daniel	Médecine du Travail
DUPUY Jean-Paul	Radiologie
FEISS Pierre	Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale
GAINANT Alain	Chirurgie digestive
GAROUX Roger	Pédopsychiatrie
GASTINNE Hervé	Réanimation médicale
GAY Roger	Réanimation médicale
GERMOUTY Jean	Pathologie médicale et respiratoire
GUERET Pascal	Cardiologie et Maladies vasculaires
HUGON Jacques	Histologie-Embryologie-Cytogénétique
LABADIE Michel	Biochimie
LABROUSSE Claude	Rééducation fonctionnelle
LASKAR Marc	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
LAUBIE Bernard	Endocrinologie et Maladies métaboliques
LEGER Jean-Marie	Psychiatrie d'adultes

LEROUX-ROBERT Claude	Néphrologie
LIOZON Frédéric	Clinique Médicale A
LOUBET René	Anatomie pathologique
MALINVAUD Gilbert	Hématologie
MENIER Robert	Physiologie
MERLE Louis	Pharmacologie
MOREAU Jean-Jacques	Neurochirurgie
MOULIES Dominique	Chirurgie infantile
OLIVIER Jean-Pierre	Radiothérapie et Cancérologie
OUTREQUIN Gérard	Anatomie
PECOUT Claude	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PESTRE-ALEXANDRE Madeleine	Parasitologie
PILLEGAND Bernard	Hépatologie-Gastrologie-Entérologie
PIVA Claude	Médecine légale
RAVON Robert	Neurochirurgie
RIGAUD Michel	Biochimie
ROUSSEAU Jacques	Radiologie
SAUTEREAU Denis	Hépto-Gastro-Entérologie
SAUVAGE Jean-Pierre	Oto-Rhino-Laryngologie
TABASTE Jean-Louis	Gynécologie-Obstétrique
TREVES Richard	Thérapeutique
VALLAT Jean-Michel	Neurologie
VANDROUX Jean-Claude	Biophysique
WEINBRECK Pierre	Maladies infectieuses

SECRETAIRE GENERAL DE LA FACULTE - CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS

POMMARET Maryse

**A Christine, Emilien et Pauline**

Tout mon amour.

**A mes parents**

Qui ont toujours été présents.

**A Ariane**

**A mes grands-parents**

Les absents d'aujourd'hui resteront toujours avec moi.

**A mes beaux parents**

**A toute ma famille et ma belle famille**

**A Notre Président de Thèse :**

**Monsieur le Professeur J. Bensaid**

Professeur des Universités  
de clinique médicale cardiologique  
Médecin des Hôpitaux  
Chef de service

Nous vous remercions du très grand honneur que vous nous faites en acceptant de présider notre jury de thèse.

Tout au long de notre formation, vous nous avez fait bénéficier de votre grande expérience en cardiologie.

Vos qualités humaines demeureront un exemple pour nous.

**A Notre Directeur de Thèse**

**Monsieur le Professeur P. Gueret**

Professeur des Universités  
de cardiologie et Maladies vasculaires  
Médecin des Hôpitaux

Vous avez bien voulu nous confier ce travail et nous conseiller dans sa réalisation.  
Nous avons toujours pu apprécier votre disponibilité, votre rigueur et la clarté de vos vues.

Soyez assuré de notre profonde reconnaissance.

**A Nos Juges**

**Monsieur le Professeur M. Laskar**

Professeur des Universités  
de chirurgie thoracique et cardio-vasculaire  
Chirurgien des Hôpitaux  
Chef de service

Nous sommes très honorés que vous acceptiez  
de juger ce travail.  
Nous avons pu apprécier, lors de notre passage en  
chirurgie thoracique, votre enthousiasme et vos  
qualités d'enseignant.  
Nous vous remercions de l'accueil que vous nous  
avez réservé.

**Monsieur le Docteur R. Perdrisot**

Maître de Conférence des Universités  
de biophysique  
Praticien Hospitalier

Nous vous remercions de nous faire l'honneur  
de juger ce travail.  
Votre présence témoigne de la collaboration  
fructueuse entre nos deux spécialités.  
Soyez assuré de notre profonde reconnaissance.

**Monsieur le Docteur P. Virot**

Praticien Hospitalier

Tout au long de notre initiation à la cardiologie nous avons bénéficié de ton soutien et de la clarté de tes conseils.

Ta gentillesse et ta disponibilité sont remarquables.

Merci encore.

**A Monsieur le Professeur C. Christides**

Professeur des Universités  
de chirurgie thoracique et cardio-vasculaire.  
Chirurgien des Hôpitaux

Votre rigueur, votre grand sens clinique constituent pour nous un exemple.  
Soyez assuré de notre profonde admiration.

**Aux Docteurs P. Blanc, C. Cassat, J J. Doumeix, P. Lacroix**

La médecine est un compagnonnage.  
Merci pour vos conseils.  
Merci pour votre disponibilité.

**A Philippe Lagrange, Arnaud Maudiere, Marius Placente**

Bonne humeur et travail ne sont pas antinomiques.  
Vous en avez constamment apporté la preuve.  
Sans votre aide, ce travail n' aurait pas vu le jour.  
Amitiés sincères.

**A mes amis Internes et Chef de Clinique de cardiologie**

**A tout le personnel du service de cardiologie**

## PLAN

### INTRODUCTION

#### RÉALISATION ET VALEUR DIAGNOSTIQUE DE L'ÉCHOCARDIOGRAPHIE D'EFFORT DANS LA MALADIE CORONAIRE

- 1.Introduction
- 2.Technique de l'échocardiographie d'effort
- 3.Interprétation de l'échocardiographie d'effort
- 4.Valeur diagnostique

#### DÉTECTION DE LA RESTÉNOSE PAR DES MÉTHODES NON INVASIVES

- 1.La symptomatologie clinique
- 2.L'électrocardiogramme d'effort
- 3.La scintigraphie myocardique au thallium 201
- 4.Les nouvelles méthodes de détection de la resténose

#### MATERIEL ET MÉTHODE

- 1.Population
- 2.L'électrocardiogramme d'effort
- 3.L'échocardiographie d'effort
- 4.La coronarographie
- 5.Analyse statistique

## **RESULTATS**

1. Données coronarographiques
2. Données cliniques
3. Données ergométriques et électrocardiographiques
4. Données échocardiographiques
5. Conjugaison des données électrocardiographiques et échocardiographiques

## **DISCUSSION**

1. Valeur diagnostique de l'échocardiographie d'effort
2. Limites de l'étude

## **CONCLUSION**

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## **TABLE DES MATIERES**

## **SERMENT D'HIPPOCRATE**

# INTRODUCTION

## INTRODUCTION

Depuis la première angioplastie coronaire transluminale réalisée par Gruentzig (17,18) en septembre 1977, le nombre et les indications de cette nouvelle méthode de revascularisation n'ont cessé de croître. Ainsi en 1990 près de 20.000 angioplasties ont été réalisées en France. Malgré l'essor spectaculaire de cette technique, en plus des complications précoces, un écueil subsiste : celui de la resténose. Survenant dans 16 à 54 % des cas, selon les séries et les critères retenus pour sa définition (14,30), la fréquence de la resténose est en moyenne de 30 à 40 % (9).

Les diverses tentatives de prévention pharmacologique de la resténose se sont soldées jusqu'à maintenant par un échec et le traitement essentiel de cette complication consiste en une nouvelle dilatation.

Il importe donc de détecter avec un maximum de sensibilité et de spécificité cette complication. La méthode de référence est bien entendu, la coronarographie mais cet examen représente une contrainte importante tant pour le patient que pour les équipes médicales.

Ainsi plusieurs tests non invasifs tels que l'électrocardiogramme d'effort et la scintigraphie myocardique ont été évalués. Une nouvelle méthode de détection de l'ischémie myocardique a vu le jour à la fin des années 1970 : l'échocardiographie d'effort. Son

utilisation a récemment été rendue plus souple grâce à de nouvelles améliorations techniques et progressivement s'élargit le champ de ses applications.

Néanmoins peu d'études ont été consacrées à la détection de la resténose par l'échocardiographie d'effort. C'est le but de ce travail.

REALISATION ET VALEUR  
DIAGNOSTIQUE DE  
L'ÉCHOCARDIOGRAPHIE D'EFFORT  
DANS LA MALADIE CORONAIRE

## REALISATION ET VALEUR DIAGNOSTIQUE DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE D'EFFORT DANS LA MALADIE CORONAIRE

### 1-INTRODUCTION

La maladie coronaire représente la principale cause de mortalité dans le monde occidental.

Son dépistage est donc essentiel mais aucune méthode actuelle ne permet d'obtenir des résultats entièrement satisfaisants.

La coronarographie et les explorations isotopiques nécessitent une logistique importante et ces techniques ne peuvent être prescrites en première intention.

L'électrocardiogramme d'effort, dont la réalisation est relativement facile, apporte des éléments diagnostiques de première valeur mais souffre de quelques imprécisions avec une sensibilité et une spécificité qui n'atteignent pas 100 %

L'échocardiographie d'effort, qui dépiste les anomalies de la cinétique ventriculaire gauche, précédant les anomalies électriques témoins de l'ischémie myocardique, représente un complément élégant à l'électrocardiogramme d'effort

Avant d'étudier l'apport de l'échocardiographie d'effort dans le

diagnostic de resténose, il nous paraît nécessaire de situer la place de cette technique dans l'exploration de la maladie coronaire, avec notamment un rappel sur les conditions de réalisation, la valeur diagnostique et les critères de positivité de cet examen.

## 2-TECHNIQUE DE L'ÉCHOCARDIOGRAPHIE D'EFFORT

### 2.1-Différents modes d'exercice

L'effort sur bicyclette ergométrique se prête mieux au recueil des images en fin d'effort, contrairement à l'épreuve d'effort sur tapis roulant (qui ne permet d'étudier la cinétique ventriculaire gauche qu'immédiatement après l'arrêt de l'effort). Ceci implique une sensibilité diagnostique théoriquement supérieure en faveur de la bicyclette ergométrique. Mais cet apparent avantage est contrebalancé par l'intensité supérieure de l'exercice effectué sur tapis roulant. De plus il est difficile d'obtenir au pic de l'effort de bonnes vues parasternales, même sur bicyclette ergométrique. Il faut retenir également qu'une acquisition effectuée, le patient étant en décubitus latéral gauche, permet d'améliorer la qualité technique de l'examen. La faisabilité augmente passant de 75 à 90 % d'images exploitables (27).

Ces deux types d'exercice sont donc équivalents en terme de sensibilité et de spécificité (15), à condition que les images soient recueillies dans les deux minutes suivant l'arrêt de l'effort.

## **2.2-Recueil de l'image**

### **2.2.1-Incidences**

Les incidences habituellement retenues sont les voies parasternales grand et petit axe et les deux incidences apicales "deux et quatre cavités".

### **2.2.2-Numérisation**

La technique de traitement numérique de l'image est probablement le procédé qui a permis le développement et la diffusion de l'échocardiographie d'effort

Huit images successives, à intervalles de 50 milli-secondes à partir du pic de l'onde R, sont numérisées, permettant ainsi d'obtenir un cycle cardiaque avec prédominance des images en systole. Ce cycle est repassé indéfiniment en boucle ("cineloop").

L'acquisition est effectuée pour les images obtenues au repos et immédiatement après l'effort. La manipulation est terminée quand l'ordinateur place côte à côte, incidence par incidence, les images de repos et d'effort. Quelles que soient les fréquences cardiaques initiales et terminales, la périodicité de chaque cycle est la même et la comparaison entre les différentes prises de vue est plus aisée. La détection

d'éventuelles anomalies de la cinétique est ainsi facilitée.

### **3-INTERPRÉTATION DE L'ÉCHOCARDIOGRAPHIE D'EFFORT**

#### **3.1-critères de positivité**

Chez le sujet normal, à l'exercice les contours diastoliques restent inchangés, tandis que l'excursion systolique est plus marquée avec un épaissement systolique conservé.

En cas de cinétique ventriculaire gauche normale au repos, le test devient pathologique, si apparaît à l'effort, un trouble de la cinétique segmentaire (hypo-, a- ou dyskinésie)(3). Pour d'autres auteurs (11), toute absence d'hypercinésie à l'effort est pathologique. Avec ce dernier critère la sensibilité de la méthode est quasi maximale mais la spécificité décroît sensiblement du fait d'un plus grand nombre de faux positifs.

Il n'existe pas non plus de consensus en cas d'aggravation à l'effort d'un trouble de la cinétique préexistant. Ainsi pour certains (42), une zone hypokinétique au repos devenant a- ou dyskinétique est considérée comme pathologique, alors qu'une paroi akinétique qui devient dyskinétique à l'effort correspond à une zone nécrosée. Inversement pour Crouse (11), tout segment asynergique à l'état basal est exclu de l'analyse.

#### **3.2-Valeur localisatrice**

Si la distinction des territoires vascularisés par l'artère inter-ventriculaire antérieure et l'artère coronaire droite ne pose aucun problème (apex, paroi antérieure et septale antérieure pour l'artère inter-ventriculaire antérieure; paroi inférieure, segment basal du septum inter-ventriculaire pour l'artère coronaire droite), la distinction entre le territoire de la coronaire droite et celui de l'artère circonflexe est plus difficile à préciser. Ainsi certaines équipes regroupent les atteintes de ces deux vaisseaux (11). Cette segmentation est bien entendu schématique et peut varier en fonction de la dominance vasculaire.

#### **4-VALEUR DIAGNOSTIQUE**

La numérisation et l'utilisation de capteurs modernes rendent environ 90 % des examens interprétables (à condition d'effectuer l'écho-cardiographie immédiatement après l'effort) (22,37,40)

##### **4.1-Sensibilité et spécificité**

Elles sont variables suivant les études probablement à cause de critères de positivité et d'un recrutement différents.

La **sensibilité** varie de 71 à 97 %. Elle est plus élevée en cas :

- de sténose serrée, allongée, sans circulation collatérale (47,2)

- d'épreuve d'effort de bon niveau (36) ou après arrêt des anti-angineux
- de lésions diffuses (4)
- d'atteinte de l'artère inter-ventriculaire antérieure (39)
- de critères de positivité "larges", comme l'absence d'hyperkinésie à l'effort (11)
- d'antécédant d'infarctus du myocarde (discuté)

La spécificité varie, quant à elle de 64 à 100 % et diminue si les critères de positivité de Crouse (11) sont retenus.

#### **4.2-Comparaison avec l'électrocardiogramme d'effort**

Dans la grande majorité des études on note un gain indiscutable, essentiellement en terme de sensibilité d'environ 30 % (39,43). Concernant la spécificité, le gain est moindre et il n'existe qu'une discrète tendance en faveur de l'échocardiographie d'effort.

#### **4.3-Comparaison avec les méthodes isotopiques**

Dans la plupart des études disponibles (37,49) les performances de la scintigraphie myocardique au thallium et de l'échocardiographie d'effort sont équivalentes pour le diagnostic de l'ischémie myocardique. Un travail plus récent (39), utilisant la scintigraphie au MIBI, permet d'arriver aux mêmes conclusions, à une nuance près. En effet, en cas

d'atteinte monotronculaire de l'artère circonflexe, la sensibilité de la scintigraphie au MIBI est supérieure à celle de l'échocardiographie d'effort.

# DETECTION DE LA RESTENOSE PAR DES METHODES NON INVASIVES

## DETECTION DE LA RESTENOSE PAR DES METHODES NON INVASIVES

### 1-LA SYMPTOMATOLOGIE CLINIQUE

La récurrence des douleurs angineuses est souvent un signe d'alerte, mais sa valeur est difficile à apprécier car les patients symptomatiques bénéficient d'une coronarographie de contrôle plus précocement et plus fréquemment que les sujets asymptomatiques.

Dans le NHLBI Registry (26), une resténose est retrouvée chez 56 % des patients présentant une récurrence algique. En l'absence de douleur le taux de resténose passe à 14 %.

Ainsi une douleur angineuse n'est pas synonyme de resténose. Joelsen (28), chez 102 patients à nouveau symptomatiques retrouve 61 % de resténoses, 15 % de nouvelles sténoses, 9 % de revascularisations incomplètes et 15 % de réseaux sans sténoses significatives. La valeur prédictive positive est donc médiocre (19,34,48,51).

La valeur prédictive négative semble meilleure oscillant entre 70 et 98 %. Néanmoins, environ 20 % des patients asymptomatiques présentent une resténose.

Une simple surveillance clinique après angioplastie n'est donc pas suffisante.

## 2- L'ÉLECTROCARDIOGRAMME D'EFFORT

Plusieurs études ont porté sur l'intérêt de l'épreuve d'effort conventionnelle dans la détection de la resténose. Ainsi pour Bengston (5), qui a étudié 5 variables, seules la récurrence angineuse, la positivité électrique et clinique de l'épreuve d'effort sont des facteurs indépendants de resténose. La présence d'angor induit par l'exercice est le plus puissant prédicteur de resténose.

La valeur prédictive positive de l'ECG d'effort, effectué après quatre mois, est faible; comprise entre 15 et 64 % (13,31,32,41,45,46). Chez le pluri-tronculaire, ces mauvais résultats sont en partie attribuables aux lésions coronaires associées, responsables d'épreuves d'effort faussement positives. Mais chez le monotronculaire les chiffres sont tout aussi médiocres. Lablanche (32) se réfère au théorème de Bayes et trouve que la valeur prédictive positive est faible en raison de la minime prévalence de la resténose. En effet, dans cette population de monotronculaires "dilatés" la lésion non significative est la règle (seulement 30 % de sténoses significatives).

La valeur prédictive négative est plus fiable, comprise entre 50 et 95 % (7). Toutefois dans l'article de Bengston (5), 20 % des patients (10 sur 50) présentant une resténose supérieure à 75 % du diamètre de la lumière vasculaire sont asymptomatiques et ont une épreuve d'effort négative. Ce chiffre insuffisant est à mettre sur le compte de la faible

sensibilité de l'ECG d'effort chez le monotronculaire (24).

Néanmoins pour certains auteurs une épreuve d'effort négative permet d'éviter, chez les patients asymptomatiques, un contrôle coronarographique avec un faible risque d'erreur (7,7 % pour Lablanche (32)). Pour Kadel (29) une nouvelle dilatation n'est indiquée que chez 3,2 % des patients qui sont indemnes de symptômes et dont l'épreuve d'effort s'est normalisée après l'angioplastie et reste négative dans les 4 à 6 mois.

En conclusion, il n'existe pas de consensus quant à la conduite à tenir en l'absence de symptomatologie clinique, mais la majorité des auteurs souligne la fiabilité imparfaite de l'ECG d'effort comme examen de surveillance après angioplastie coronaire.

### 3-LA SCINTIGRAPHIE MYOCARDIQUE AU THALLIUM 201

Les différentes études disponibles confirment l'amélioration diagnostique apportée par cette technique, dont la rentabilité maximale est obtenue à partir du quatrième mois. Dans ces conditions les résultats sont les suivants : sensibilité de 76 à 100 %, spécificité de 46 à 100 %, valeur prédictive positive de 37 à 100%, valeur prédictive négative de 75 à 100 % (7).

De plus la valeur localisatrice de cet examen est bien établie, le vaisseau resténoyé étant identifié dans 77 % des cas (33).

En couplant l'électrocardiogramme d'effort et la tomoscinti-

graphie myocardique au thallium 201, la valeur prédictive négative est excellente chez le monotronculaire : 100 % chez Bergez (6) (à condition d'exclure les patients n'atteignant pas 85 % de la fréquence cardiaque maximale théorique ); 99 % chez Schroder (46).

Ainsi, affirmer qu'une scintigraphie normale effectuée 6 mois après une angioplastie monotronculaire dispense d'un contrôle coronarographique est pour certains auteurs peu discutable.

Néanmoins plusieurs écueils persistent :

\_ d'une part le coût et la disponibilité relative de cette technique

\_ ensuite les données de la littérature concernant les pluritronculaires sont peu nombreuses et les conclusions établies en cas de lésion coronarienne unique ne sont pas obligatoirement applicables en cas d'atteinte diffuse.

#### **4-LES NOUVELLES MÉTHODES DE DÉTECTION DE LA RESTÉNOSE**

L'échocardiographie d'effort mérite un chapitre à part, nous y reviendrons.

Plusieurs méthodes plus ou moins originales sont à l'essai actuellement et le recul est insuffisant pour se prononcer.

Une étude intéressant 47 patients avec contrôle coronarographique systématique, effectuée par Coma-Canella (10) a porté sur le contrôle électrocardiographique à 12 dérivations couplé à

une infusion continue de dobutamine intra-veineuse, à doses croissantes. La sensibilité de cette méthode est de 82 %, la spécificité de 100 %.

L' utilisation de l'échocardiographie couplée à l'administration parentérale de dipyridamole a été testée (38). La sensibilité de cette méthode est équivalente à celle de l'électrocardiogramme d'effort (71 %) mais sa spécificité est plus élevée (90 contre 61 %).

Enfin certains auteurs, délaissant les méthodes non invasives, ont testé l'échocardiographie trans-oesophagienne couplée à la stimulation endo-auriculaire (25). Les résultats sont satisfaisants pour les examinateurs (sensibilité et spécificité équivalentes à celles de la scintigraphie myocardique au MIBI); mais le sont-ils pour les patients ?, qui ont bien sûr en outre tous bénéficié d'une coronarographie de contrôle...

# MATERIEL ET METHODE

## MATERIEL ET METHODE

### 1-POPULATION

Notre travail prospectif, effectué entre décembre 1991 et juin 1992 a concerné 40 patients (3 femmes et 37 hommes), ne présentant aucune contre-indication ou incapacité à l'épreuve d'effort (50), d'âge moyen : 59 ans (extrêmes 37 à 74 ans) ayant bénéficié de 49 angioplasties coronaires avec succès primaire (affirmé pour une sténose résiduelle inférieure à 50 %).

On relève 26 monotronculaires (65 %), 13 bitronculaires (32,5 %) et 1 tritronculaire (2,5 %). Tous les patients dont l'artère dilatée était à l'origine d'un infarctus ont été exclus.

Trente et un patients (77,5 %) ont bénéficié d'une angioplastie coronaire sur un seul vaisseau (23 fois sur l'artère interventriculaire antérieure, 2 fois sur l'artère circonflexe, 4 fois sur l'artère coronaire droite, 2 fois sur une artère latérale).

Neuf patients (22,5 %) ont profité de 2 angioplasties sur 2 artères différentes (inter-ventriculaire antérieure et coronaire droite : 2 fois, inter-ventriculaire antérieure et circonflexe : 2 fois, inter-ventriculaire antérieure et diagonale : 1 fois, inter-ventriculaire antérieure et latérale : 1 fois, circonflexe et coronaire droite : 2 fois,

diagonale et circonflexe : 1 fois)

La pathologie justifiant la dilatation coronaire est représentée par un angor instable (55 %), un angor stable (32,5 %), un contrôle coronarographique dans les suites d'un infarctus du myocarde (12,5 %).

Les 40 malades ont bénéficié d'une coronarographie de contrôle (effectuée entre le cinquième et le neuvième mois après l'angioplastie coronaire en l'absence de récurrence angineuse ou d'épreuve d'effort positive pour 33 patients; entre le premier et le quatrième mois après la dilatation en cas de récurrence algique ou d'épreuve d'effort positive pour 7 malades).

## 2-L'ÉLECTROCARDIOGRAMME D'EFFORT

Il est réalisé, sous la surveillance d'un cardiologue, sur tapis roulant, suivant le protocole de Bruce modifié (8), dans les 24 heures précédant le contrôle coronarographique. Trois dérivations sont monitorées en permanence pendant l'épreuve (V1, V5, aVL). Les données du test (tension artérielle, fréquence cardiaque) sont recueillies à chaque palier. Les critères d'arrêt sont déterminés par le médecin supervisant l'épreuve et comprennent : une fréquence cardiaque atteignant 100 % de la fréquence cardiaque maximale théorique (calculée par la formule : 220 moins l'âge du malade), un angor associé à un sous décalage du segment ST atteignant 0,1 mV, un sous décalage isolé du segment ST dépassant 0,25 mV, l'apparition de troubles du rythme ventriculaire ou auriculaire significatifs, l'apparition de

fatigue ou de dyspnée, une claudication, une tension artérielle systolique décroissante.(21,50).

L'épreuve d'effort est considérée comme positive s'il existe un sous-décalage horizontal ou décroissant du segment ST dépassant 0,1 mV 80 milli-secondes après le point J, un sus décalage du segment ST à distance d'une zone électrique de nécrose, ou si apparaît à l'effort une douleur thoracique typique.

Une épreuve d'effort non interprétable est définie par la présence d'un bloc de branche gauche en l'absence de douleur thoracique typique, d'une fréquence cardiaque n'atteignant pas 85 % de la fréquence cardiaque maximale théorique sans signe de positivité, la présence d'un rythme constamment électro-entraîné.

Enfin dans les autres cas, l'épreuve d'effort est considérée comme négative.

Ce test a toujours été effectué sans modification du traitement anti-angineux suivi par le patient.

### **3-L'ÉCHOCARDIOGRAPHIE D'EFFORT**

#### **3.1-Échocardiographie**

Les quatre incidences échocardiographiques (para-sternales longitudinale et transversale au niveau des piliers, apicales "2 et 4 cavités") sont enregistrées par le même médecin avant et dans les 2

minutes suivant l'arrêt de l'effort (patient en décubitus latéral gauche).

L'échocardiographe est de marque Hewlett Packard modèle 77020AC, la sonde de 2,5 M Hz est de la même marque, modèle 21200B.

### **3.2-Numérisation**

La numérisation est effectuée par le système d'analyse "off line" Nova microsonics preview.

Huit images (matrice d'acquisition : 128 X 128 lignes par image) par cycle cardiaque ont été enregistrées à partir du pic de l'onde R puis toutes les 50 milli-secondes. Au repos les quatre cycles correspondant aux quatre incidences sont enregistrés et mis en mémoire. Immédiatement après l'effort 16 cycles sont enregistrés (4 pour chaque incidence). L'examineur sélectionne la meilleure séquence pour chaque incidence, que l'ordinateur met en mémoire.

Après traitement, apparaissent côte à côte, incidence par incidence les huit images de repos et d'effort, défilant en boucle sans fin à la même vitesse.

### **3.3-Interprétation**

L'analyse des images est effectuée sans connaître les résultats de la coronarographie de contrôle.

L'interprétation est visuelle. La cinétique segmentaire est jugée

hyperkinétique, normokinétique, akinétique ou dyskinétique.

Une échocardiographie d'effort anormale est définie par l'apparition ou l'aggravation d'un trouble de la cinétique segmentaire (paroi normokinétique au repos devenant hypo- a- ou dyskinétique, paroi hypokinétique au repos devenant a- ou dyskinétique). Les parois akinétiques au repos sont exclues de l'analyse par définition.

On considère que l'apex, les parois antérieure et septale-antérieure sont vascularisées par l'artère inter-ventriculaire antérieure; la paroi inférieure, le segment basal du septum inter-ventriculaire par l'artère coronaire droite; la paroi inféro-latérale et latérale par l'artère circonflexe (20).

Enfin ne seront prises en compte que les échocardiographies dont la qualité technique est suffisante.

#### **4-LA CORONAROGRAPHIE**

Pratiquée dans les 24 heures suivant l'échocardiographie d'effort, elle apprécie le devenir de la zone dilatée. L'interprétation est visuelle et la resténose est définie comme la réapparition d'une sténose supérieure à 50 % de la lumière du vaisseau.

#### **5-ANALYSE STATISTIQUE**

Les valeurs suivantes ont été calculées pour chaque méthode :

-SENSIBILITÉ =  $\frac{\text{Vrais positifs}}{\text{vrais positifs} + \text{faux négatif}}$

-SPÉCIFICITÉ =  $\frac{\text{Vrais négatifs}}{\text{vrais négatifs} + \text{faux positifs}}$

-VALEUR PRÉDICTIONNELLE POSITIVE =  $\frac{\text{Vrais positifs}}{\text{vrais positifs} + \text{faux positifs}}$

-VALEUR PRÉDICTIONNELLE NÉGATIVE =  $\frac{\text{Vrais négatifs}}{\text{vrais négatifs} + \text{faux négatifs}}$

# RESULTATS

## RESULTATS

Six échocardiographies sont ininterprétables en raison d'une très mauvaise qualité technique en pré- et/ou surtout en post-effort. En voici les caractéristiques :

	AGE	SEXE	ART. DILAT.	MONO/PLURI TRONCULAIRE	ECG D'E	RESTEN.
1	49 ans	M	CD	Mono.	-	+
2	67 ans	M	IVA	Mono.	-	+
3	56 ans	M	IVA	Mono.	-	+
4	67 ans	M	IVA Lat.	Bi.	Non faite	-
5	68 ans	M	Lat.	Mono.	-	+
6	66 ans	M	IVA Diag.	Mono	Non interpr.	+ IVA - Diag.

M = masculin, ART. DILAT. = artère dilatée, ECG D'E = résultat de l'électrocardiogramme d'effort, RESTEN. = resténose, IVA = artère inter-ventriculaire antérieure, CD = artère coronaire droite, Lat. = artère latérale, Diag. = artère diagonale, Non interpr. = non interprétable.

L'étude statistique ne portera que sur les 34 patients restants.

### 1- DONNEES CORONAROGRAPHIQUES

Parmi les 34 malades restants, 16 présentent une resténose soit 44 %. Si on considère le nombre d'artères dilatées le pourcentage de

resténose est de 37 %, soit 15 resténoses

Les resténoses intéressent 11 fois l'artère inter-ventriculaire antérieure, 3 fois l'artère circonflexe, 1 fois l'artère coronaire droite.

## 2-DONNÉES CLINIQUES

Quatre patients présentent une récurrence angineuse, qui correspond dans tous les cas à une resténose.

## 3-DONNÉES ERGOMÉTRIQUES ET ÉLECTROCARDIOGRAPHIQUES

### 3.1-Niveau d'effort

Les patients ont atteint en moyenne 81 % de la fréquence cardiaque maximale théorique (FCMT). Dix sept épreuves d'effort (50 %) ont permis de dépasser 85 % de la FCMT. Le produit fréquence cardiaque par pression artérielle systolique en fin d'effort est de 23.202. Ce chiffre est quasiment le même en présence ou en l'absence de resténose (22.282 contre 23.929).

L'épreuve d'effort est interrompue en raison :

- \_ d'atteinte de la FCMT (20 %)
- \_ de fatigue (65 %)
- \_ d'un sous décalage du segment ST supérieur à 0,25 mVolt (6 %)

- \_ d'un angor (6 %)
- \_ de tachycardie ventriculaire (3 %)

Les paliers d'effort atteints sont les suivants :

- \_ Bruce modifié 1 : 3%
- \_ Bruce modifié 2 : 0 %
- \_ Bruce modifié 3 : 6 %
- \_ Bruce modifié 4 : 6 %
- \_ Bruce modifié 5 : 53 %
- \_ Bruce modifié 6 : 23 %
- \_ Bruce modifié 7 : 9 %

### **3.2-Valeur diagnostique de l'électrocardiogramme d'effort**

Si on regroupe les épreuves d'effort négatives et celles où la fréquence cardiaque n'atteint pas 85 % de la FCMT, sans signe de positivité, les valeurs sont les suivantes (pour : 9 vrais positifs, 15 vrais négatifs, 4 faux positifs, 6 faux négatifs) :

- \_ sensibilité : 60 % (9/15)
- \_ spécificité : 79 % (15/19)
- \_ valeur prédictive positive : 69 % (9/13)
- \_ valeur prédictive négative : 71 % (15/21)

Si les patients, dont l'électrocardiogramme d'effort est négatif, mais qui n'ont pas atteint 85 % de la FCMT, sont exclus on obtient (pour

9 vrais positifs, 8 vrais négatifs, 4 faux positifs, 3 faux négatifs) :

- \_ sensibilité : 75 % (9/12)
- \_ spécificité : 67 % (8/12)
- \_ valeur prédictive positive : 69 % (9/13)
- \_ valeur prédictive négative : 73 % (8/11)

#### 4-DONNÉES ÉCHOCARDIOGRAPHIQUES

Le raisonnement employé est le même que pour l'électrocardiogramme d'effort. Si les épreuves d'effort non maximales, sans positivité échocardiographique, sont considérées comme négatives, on obtient (pour 10 vrais positifs, 18 vrais négatifs, 1 faux positif, 5 faux négatifs) :

- \_ sensibilité : 67 % (10/15)
- \_ spécificité : 95 % (18/19)
- \_ valeur prédictive positive : 91 % (10/11)
- \_ valeur prédictive négative : 78 % (18/23)

Voici les caractéristiques des 5 patients présentant une resténose et dont l'échocardiographie d'effort effectuée immédiatement à l'arrêt d'un effort sous maximal est normale :

\_ MALADE A :

Femme de 41 ans, asymptomatique, ayant bénéficié d'une double angioplastie sur les artères inter-ventriculaire antérieure et coronaire

droite.

L'épreuve d'effort, effectuée sous bêta-bloquants et inhibiteurs calciques est sous maximale (atteinte de 80 % de la FCMT), négative.

La coronarographie de contrôle montre un bon résultat de la dilatation sur l'artère interventriculaire antérieure, sans resténose. La coronaire droite est grêle, occluse dès son premier segment, revascularisée par une importante circulation collatérale issue du réseau coronarien gauche.

#### \_ MALADE B

Homme de 72 ans, asymptomatique, monotronculaire, ayant bénéficié d'une dilatation sur l'artère inter-ventriculaire antérieure proximale 3 mois auparavant , hospitalisé pour contrôle coronarographique en raison d'une épreuve d'effort positive électriquement.

Une nouvelle épreuve d'effort, sous anti-angineux (inhibiteurs calciques), nettement sous maximale (fréquence cardiaque en fin d'effort à 100 par minute) est négative électriquement et cliniquement. La coronarographie de contrôle montre une resténose serrée.

#### \_ MALADE C

Homme de 44 ans, bitronculaire, ayant bénéficié d'une dilatation de l'artère inter-ventriculaire antérieure proximale (sténose sur une artère latérale négligée), réhospitalisé au sixième mois pour contrôle systématique.

L'épreuve d'effort, effectuée sous inhibiteurs calciques, est sous maximale (atteinte de 76 % de la FCMT), négative.

La coronarographie montre une resténose significative.

\_ MALADE D

Homme de 57 ans, asymptomatique, bitronculaire, ayant bénéficié dans les suites d'un infarctus du myocarde inférieur (par occlusion de l'artère coronaire droite, sans séquelle angiographique), d'une dilatation de l'artère circonflexe sur son segment moyen.

L'épreuve d'effort, effectuée sous bêta-bloquants et inhibiteurs calciques, est de faible niveau (atteinte de 56 % de la FCMT), positive électriquement.

La coronarographie montre une resténose estimée à 80 % de la lumière vasculaire.

\_ MALADE E

Homme de 68 ans, monotronculaire, asymptomatique, ayant bénéficié d'une dilatation de l'artère inter-ventriculaire antérieure proximale.

L'épreuve d'effort, sous bithérapie (bêta-bloquants et dérivés nitrés), permettant d'atteindre 84 % de la FCMT, est négative cliniquement et électriquement.

La coronarographie montre une resténose serrée sur l'artère inter-ventriculaire antérieure.

Si on exclut les épreuves d'effort où la valeur de 85 % de la FCMT n'est pas atteinte (sans signe de positivité échocardiographique) les chiffres sont les suivants (pour 10 vrais positifs, 10 vrais négatifs, 1

positif, aucun faux négatif) :

- \_ sensibilité : 100 % (10/10)
- \_ spécificité : 91 % ( 10/11)
- \_ valeur prédictive positive : 100% (10/10)
- \_ valeur prédictive négative : 91 % (10/11)

L'étude de sous groupes (mono / pluritronculaires, artères intéressées, caractère serré ou non de la resténose, absence ou présence d'un infarctus du myocarde dans les antécédents) n'a pas été effectuée en raison de la taille trop réduite des échantillons.

## 5-CONJUGAISON DES DONNÉES ÉLECTROCARDIOGRAPHIQUES ET ÉCHOCARDIOGRAPHIQUES

On ne tient pas compte du niveau d'effort.

RESTÉNOSE	ECG + ÉCHO +	ECG + ÉCHO -	ECG - ECHO +	ECG - ECHO -
OUI	7	2	3	1 3
	1	VRAIS POSITIFS		1 FAUX NÉGATIFS
NON	0	4	1	1 14
	1	FAUX POSITIFS		1 VRAIS NÉGATIFS

Si on prend en compte les résultats de ces deux examens on obtient les

valeurs suivantes :

- \_ sensibilité : 80 % (12/15)
- \_ spécificité : 74 % (14/19)
- \_ valeur prédictive positive : 70 % (12/17)
- \_ valeur prédictive positive : 82 % (14/17)

En cas de récurrence algique l'échocardiographie d'effort est toujours positive mais l'électrocardiogramme d'effort, bien que maximal est négatif une fois.

# DISCUSSION

## DISCUSSION

### 1-VALEUR DIAGNOSTIQUE DE L'ÉCHOCARDIOGRAPHIE D'EFFORT

#### 1.1-Qualité technique de l'échographie

Le pourcentage de patients anéchogènes (15%) est superposable aux données de la littérature (22,37,40)

En dehors des patients exclus d'emblée en raison d'un examen entièrement ininterprétable, le pourcentage des segments non visualisé (après l'effort) est le suivant (en utilisant la segmentation de Feigenbaum (15)) :

- \_ Segment inféro-latéral basal : 42 %
- \_ Segment inféro-latéral moyen : 24 %
- \_ Segment apical antérieur : 21 %
- \_ Segment apical latéral : 18 %
- \_ Segment septal antérieur basal : 15 %
- \_ Segment septal basal : 12 %
- \_ Segment latéral basal : 12 %

Les autres segments sont visualisés dans plus de 90 % des cas. Ainsi les segments le moins souvent observés, sont ceux qu'on ne

retrouve que sur une seule incidence.

## 1.2-Comparaison avec les données bibliographiques

A notre connaissance, seulement trois études ont porté sur le sujet de cette thèse, en voici les résultats :

	Aboul- Enein (1)	Hescht (23)	Crouse (12)	Série personnelle
sensibilité	67 %	88%	95 %	67 %/100 % *
spécificité	83 %	95 %	82 %	95 %/91 % *
VPP	78 %	/	95 %	91 %/100% *
VPN	73 %	/	82 %	78 %/91 % *

\* : pourcentages différents suivant que les épreuves d'effort sous maximales ont été exclues ou pas. VPP = valeur prédictive positive, VPN = valeur prédictive négative

Les résultats obtenus dans notre série sont donc superposables aux données de la littérature.

Ainsi la sensibilité est acceptable (67 à 95 %) et la spécificité excellente (82 à 95 %). Les variations entre ces divers résultats sont en partie explicables par des critères de positivité échocardiographiques différents (cf supra).

Dans l'étude de Crouse (12), l'échocardiographie d'effort est comparée à l'électrocardiogramme d'effort pour détecter la resténose,

cette technique est plus sensible (95 % contre 51 %) et plus spécifique (82 contre 71 %) et de plus les valeurs prédictives positive et négative sont meilleures (95 % contre 51 % et 82 % contre 28 %).

Dans le travail de Hescht (23), l'échocardiographie d'effort et la scintigraphie myocardique sont comparées. Il n'est noté aucune différence en faveur de l'une ou de l'autre méthode.

A noter que dans ce dernier travail la sensibilité est maximale en cas de resténose de l'artère inter-ventriculaire antérieure : 94 % contre 67 % pour l'artère circonflexe.

### **1.3-Spécificité de la méthode**

La spécificité est excellente (contrairement à celle de l'électrocardiogramme d'effort); du reste le seul faux positif observé, l'était chez un patient ayant une sténose comprise entre 40 et 50 % (jugée non significative). Le critère coronarographique de resténose est-il absolu ?

De plus les faux positifs électrocardiographiques sont quelquefois explicables par la présence d'une sténose ou d'une occlusion située dans un territoire opposé à celui de l'angioplastie. L'échocardiographie montrera, certes un trouble de la cinétique mais dans un territoire non vascularisé par l'artère dilatée et permettra donc de corriger le diagnostic porté.

#### **1.4-Valeur localisatrice de l'examen**

Parmi les 10 resténoses détectées par échocardiographie d'effort le diagnostic topographique est correct 9 fois. Ceci est à comparer avec l'électrocardiogramme d'effort dont la valeur localisatrice est médiocre.

#### **1.5-Sensibilité de la méthode**

Ce problème doit être débattu. C'est une question essentielle car se pose la question du contrôle coronarographique systématique des patients asymptomatiques.

La sensibilité dans ce travail est de 100 % si on élimine toutes les épreuves d'effort ininterprétables (en raison notamment d'un chiffre de 85 % de la fréquence cardiaque maximale théorique, non atteint).

Néanmoins pour Aboul-Enein (1) la sensibilité et la spécificité de l'échocardiographie d'effort ne varient pas significativement en fonction du degré de l'effort. Ceci est donc en contradiction avec nos résultats.

Mais dans ce travail, l'épreuve d'effort était interrompue dès que le pourcentage de 85 % de la FCMT était atteint. Il est donc difficile d'extrapoler à une étude les conclusions d'une autre, dans la mesure où le test d'effort ne se déroulait pas dans les mêmes conditions.

Quoi qu'il en soit, les malades n'atteignant pas le seuil de 85 %

de la FCMT sont connus pour avoir un pronostic à long terme plus défavorable (35,44). On ne peut donc se contenter d'un test sous maximal dont la valeur prédictive négative est imparfaite. Toute resténose doit donc être détectée car ces patients constituent un groupe à risque chez qui la coronarographie semble toujours justifiée.

Enfin en reprenant les caractéristiques des malades présentant une resténose, n'atteignant pas 85 % de la fréquence cardiaque maximale théorique et dont l'échocardiographie d'effort est normale, on constate que le malade E, par exemple, a frôlé la barre des 85 % (FCMT à 84 %) tout en ayant un examen négatif. Ceci est d'autant plus préoccupant que ce patient présentait une resténose serrée de l'artère inter-ventriculaire antérieure proximale.

Ainsi d'autres critères doivent être pris en compte pour tenter d'expliquer la présence de faux négatifs.

**\_ L'importance du traitement médicamenteux, "maquillant" l'épreuve d'effort, n'est sûrement pas à négliger, d'autant que le niveau d'effort (et notamment la fréquence cardiaque maximale atteinte en fin d'effort) en dépend.**

La totalité des patients de cette étude ont effectué leur épreuve d'effort sous traitement anti-angineux. En effet ces malades étaient hospitalisés en cardiologie en vue de la coronarographie et non dans l'optique d'une épreuve d'effort.

Nous nous plaçons certes en conformité avec les habitudes du service mais il est prouvé avec l'électrocardiogramme d'effort que

l'arrêt du traitement anti-angineux améliore les performances diagnostiques de la méthode.

Les anomalies de la cinétique ventriculaire à l'effort constatées grâce à l'échocardiographie, témoignent bien entendu, de la présence de l'ischémie myocardique. Ainsi les remarques formulées avec l'électrocardiogramme d'effort doivent pouvoir être extrapolées à cette dernière technique.

– **La qualité de l'image** ne dépend pas seulement de l'échogénéicité du patient mais également du format d'acquisition des images traitées par ordinateur. Dans notre travail une image comprend 128 X 128 lignes. Avec les appareils plus récents, l'information est 4 voire, 16 fois plus riche. Un gain en résolution ne peut être que bénéfique et doit permettre de détecter les anomalies de la cinétique segmentaires localisées qui seraient passées inaperçues avec des appareils moins performants.

– **Le rôle de la circulation collatérale fonctionnelle** ne peut être étudié ici, en raison d'un effectif trop réduit. Mais il est possible que certains faux négatifs soient imputables à une vascularisation de suppléance qui rend non ischémiques des zones pourtant vascularisées par une artère sténosée (comme par exemple chez la patiente A).

– Enfin il est prouvé que **l'estimation visuelle, surestime le degré de resténose** (16). Un rétrécissement artériel peut donc être à tort considéré comme significatif. La fiabilité de la coronarographie, qui reste néanmoins la méthode de référence, n'est donc pas absolue;

comme en témoignent les multiples définitions de resténose proposées (26). Néanmoins, dans ce travail, les sténoses étaient assez serrées pour être significatives quel que soit le critère utilisé.

### **1.6-Attitude à adopter en cas d'examen négatif**

Néanmoins il faut bien se garder d'être catégorique et de réfuter tout contrôle hémodynamique devant une échocardiographie d'effort normale. Cette étude préliminaire n'avait pas la prétention d'arriver à de telles conclusions.

Les conclusions que l'on peut tirer sont que la sensibilité de la méthode étudiée semble supérieure à celle de l'électrocardiogramme d'effort et que la spécificité est quasi absolue.

La conduite à tenir en cas d'épreuve d'effort maximale, en l'absence de trouble de la cinétique segmentaire échocardiographique, reste à préciser. Ceci appelle à la réalisation d'autres travaux diagnostiques mais aussi et surtout pronostiques. Dans l'attente des résultats, les habitudes et les convictions de chacun feront force de loi.

On peut néanmoins, raisonnablement tenter de proposer, des indications sélectives à cette méthode, qui par sa combinaison facile à l'épreuve d'effort conventionnelle, son apport diagnostique supplémentaire, sa faible disponibilité et son coût peu élevé constitue un progrès. Ainsi un patient asymptomatique, sevré de tout traitement, dont l'échocardiographie est négative pour un bon niveau d'effort,

pourrait être dispensé d'exploration hémodynamique de contrôle, à condition que la sténose dilatée n'ait pas un potentiel évolutif inquiétant. C'est à dire, par exemple, en l'absence de sténose proximale de l'artère inter-ventriculaire antérieure, en l'absence de forte probabilité de resténose.

## **2-LIMITES DE L'ÉTUDE**

### **2.1-Patients exclus**

Cette étude n'a pas porté sur les dilatations d'artères à l'origine d'un infarctus. En effet, en cas d'akinésie myocardique segmentaire à l'état basal, l'interprétation des critères de positivité échocardiographique reste discutée. Par exemple, quelle est la différence en terme de viabilité entre deux parois akinétiques à l'état basal, dont l'une reste à l'effort akinétique et l'autre devient dyskinétique ?

### **2.2-Absence de comparaison entre l'échocardiographie d'effort et la scintigraphie myocardique**

Une scintigraphie myocardique ne pouvait être réalisée systématiquement en raison d'une courte durée de séjour. De plus la date d'hospitalisation n'était pas toujours contemporaine du jour de la semaine où sont réalisées les explorations isotopiques.

### 2.3-Faible valeur prédictive des données cliniques

Il est étonnant que seuls 4 des 15 patients présentant une resténose soient symptomatiques. Cela tient aux conditions de recrutement. Tout angor instable contre-indique la réalisation d'une épreuve d'effort, d'où le biais de sélection observé.

### 2.4-Effectif de la population

Le principal écueil de cette étude est représenté par le nombre relativement faible des patients étudiés. Ceci peut paraître paradoxal car l'échocardiographie d'effort est une technique dont la disponibilité est théoriquement optimale. Les raisons de cet état de fait sont nombreuses : faible disponibilité des malades (hospitalisés la veille du contrôle coronarographique), des locaux (rendez-vous d'épreuve d'effort déjà pris pour d'autres patients), de l'appareil d'échocardiographie (consultations programmées et urgences échographiques). De plus la présence de deux médecins ou d'un médecin et un technicien est nécessaire à la bonne réalisation d'une échocardiographie d'effort.

Il sera donc nécessaire dans l'optique d'une plus grande utilisation de cette technique, d'en planifier l'emploi (comme pour tout examen complémentaire). Ceci n'entraînerait qu'une contrainte négligeable pour l'équipe. On pourrait alors parler de bonne

disponibilité, les contraintes étant moindres que pour d'autres examens (la scintigraphie myocardique par exemple).

# CONCLUSION

## CONCLUSION

Le diagnostic de resténose est souvent difficile à poser. Certaines équipes ne pratiquent de coronarographie de contrôle qu'en cas de symptomatologie évocatrice ou d'électrocardiogramme d'effort positif. D'autres effectuent une exploration hémodynamique systématiquement. Cette étude est concordante avec les données, encore rares de la littérature. La fiabilité de l'échocardiographie d'effort est supérieure à celle du simple électrocardiogramme d'effort et semble pour certains peu différente de celle de la scintigraphie myocardique. On peut raisonnablement envisager un contrôle systématique, au sixième mois par échocardiographie d'effort, des patients ayant bénéficié d'une angioplastie trans-luminale coronaire. Ceci permettrait d'améliorer les performances diagnostiques de l'épreuve d'effort conventionnelle. De plus dans l'hypothèse d'un examen normal, en cas d'épreuve d'effort maximale le contrôle coronarographique ne paraîtrait plus indispensable systématiquement.

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1-ABOUL-ENEIM H., BENGSTON J. R., ADAM D.B., MOSTAFA M. A., IBRAHIM M.M., HIFNY A. A., SHEIKH K. H.

Effect of the degree of effort on exercise echocardiography for the detection of restenosis after coronary artery angioplasty  
Am Heart J 1991; 122 : 430-437

2-AGATI L., ARATA L., LUONGO R., LACOBONI C., RENZI M. D., VIZZA C., PENCO M., FEOLE F., DAGIATI A.

Assesment of severity of coronary narrowings by quantitative exercise echocardiography and comparison with quantitative arteriography.  
Am J cardiol 1991; 67 : 1201-1207

3-ARMSTRONG W. F., O' DONNEL L. J., DILLON M. D., MAC HENRY P. L., MORRIS S. N., FEIGENBAUM H.

Complementary value of two dimensional exercise echocardiography to routine treadmill exercise testing.  
Annals of Internal Medicine 1986; 105 : 829-835

4-ARMSTRONG W. F., O' DONNEL J., RYAN T., FEIGENBAUM H.

Effect of prior myocardial infarction and extent and location of coronary disease on accuracy of exercise echocardiography.

J Am Coll Cardiol 1987; 10 : 531-8

5-BENGSTON J. R., MARK D. B., HONAN M. B., RENDALL D. S., HINOHARA T.,  
STACK R. S., HLATKY M. A., CALIFF R. M., LEE K. L., PRYOR D. B.

Detection of restenosis after elective percutaneous  
transluminal coronary angioplasty using the exercise treadmill  
test.

Am J Cardiol 1990; 65 : 28-34

6-BERGEZ G., MEUNIER-GILARD M., SONGY B., FOURQUET N., LE MEHAUTE  
H.SALAUN B., BOSCHAT J.

Tomoscintigraphie myocardique au thallium 201 et détection de  
la resténose après angioplastie monotronculaire.

Ann Cardio Angéiol 1992; 41 (3) : 113-118

7-CALIFF R. M., OHMAN E. M., FRID D. J., FORTIN D. F., MARK D. B., HLATKY  
M. A., HERNDON J. E., BENGSTON J. R.

Restenosis : the clinical issues.

In : TOPOL E., Textbook of interventional cardiology

Ed. Saunders, 1990 : 363-394

8-CHAITMAN B.

Exercise stress testing

In : BRAUNWALD, Heart disease.

Ed. Saunders, 1992 : 161-179

9- CHERRIER F., DANCHIN N.

Resténose après angioplastie coronaire : 30 % seulement...

Rev Prat 1990; 40 : 137-140

10-COMA-CANELLA I., SOBNNO N., CALVO L.

The dobutamine stress test for detection of restenosis after coronary angioplasty (abstr).

Europ Heart J 1991; 12 : 104

11-CROUSE L. J., HARBRECHT J. J., VACEK J. L., ROSAMOND T. L., KRAMER P. H.

Exercise echocardiography as a screening test for coronary artery disease and correlation with coronary arteriography.

Am. J. Cardiol. 1991; 67 : 1213-1218

12- CROUSE L. J., KRAMER P. H.

Clinical applicability of echocardiographically detected regional wall-motion abnormalities provoked by upright treadmill exercise.

Echocardiography 1992; 9-1 : 97-106

13-ERNST S. M., HILLEBRAND F. A., KLEIN B., ASCOOP C. A., VAN TELLIGEN C., PLOKKER H. W.

The value of exercise test in the follow-up of patients who underwent transluminal coronary angioplasty.

Int J Cardiol 1985; 7 : 267-279

14-FANELLI C., ARONOFF R.

Restenosis following coronary angioplasty.

Am Heart J 1990; 119 :357-68

15-FEIGENBAUM H.

Echocardiography in coronary artery disease.

Visser C., Kan G., Meltzel R. (eds) 51-64

16-GOLDBERG R., KLEIMAN N., MIROR S., ABUKHALIL J., RAIZNER A.

Comparison of quantitative coronary angiography to visual estimates of lesion severity pre and post PTCA.

Am Heart J 1990; 119 : 178-184

17-GRUENTZIG A. R.

Transluminal dilatation of coronary-artery stenosis.

Lancet 1978; i : 263

18-GRUENTZIG A. R., SENNING A., SIEGENTHALER W. E.

Non operative dilatation of coronary-artery stenosis percutaneous.

N Engl J Med 1979; 301 : 61

19-GRUENTZIG A. R., KING S. B., SCHLUMPF M., SIEGENTHALER W.E

Long term follow-up after percutaneous transluminal coronary angioplasty. The early Zurich experience .

N Engl J Med 1984; 316 :127-132

20-GUERET P.

L'exploration échocardiographique de l'infarctus du myocarde.

Editions Merrel Dow France 1987.

21-Guideline for exercise testing.

J Am Coll Cardiol 1986; 8 : 725-738

22-HENG M.K., SIMARD M., LAKER R., UDHOJI V. S.

Exercise two-dimensional echocardiography for diagnosis of coronary artery disease.

Am J Cardiol 1984; 54 : 502-507

23-HESCHT H. S., DEBORD L., SHAW R. E., DUNLAP R., CHIN H., STERTZER S. H., MYLER R. K.

Supine bicycle stress echocardiography : detection of restenosis and comparison with SPEC thallium imaging (abstr.).

J Am S Echo May-June; 312

24-HLATKY M. A., PRYOR D. B., HARREL F. E., CALLIF R. M., MARK D, B., ROSATI R. A.

Factors affecting sensitivity and specificity of exercise electrocardiography. Multivariable analysis.

Am J Med 1984; 77 : 64-71

25-HOFFMAN R., KLEINHANS E., BEXTEN M., FLACHSKAMPS F. A., BUELL U., HANRATH P.

Transesophageal pacing echocardiography for identification of patients with restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty (abstr.).

J Am Coll Cardiol 1992; 3 : 54 A

26-HOLMES D. R., VLIESTRA R. E., SMITH H. C., VETROVEC G. W., KENT K.M., COWLEY M. J., FAXON D. P., GRUENDZIG A. R., KELSEY S. F., DETRE K.M., VAN RADEN M. J., MOCK M. B.

Restenosis after per-cutaneous transluminal coronary angioplasty. A report from the PTCA Registry of National Heart, Lung and Blood Institute.

Am J Cardiol 1984; 53 : 77C-81C

27-ILICETO S., RIZZON P.

Stress echocardiography : ready for routine clinical use ?

Eur heart J 1991; 12 : 262-265

28-JOELSEN J. M., MOST A. S., WILLIAMS D. O.

Angiographic findings when chest pain recurs after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty.

Am J Cardiol 1987; 60 : 792-795

29-KADEL C.

Recognition of restenosis : Can patients be defined in whom the exercise ECG result makes angiographic findings unnecessary ?

Europ Heart J 1989; 10 (suppl. G)

30-KENT K. M.

Restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty.

Am J Cardiol 1988; 61 : 67G

31-LAARMAN G., LUITJEN H., WAN ZEYL L., BEATT K., TIJSSEN J., SERRUYS P., DE FEYTER P.

Assessment of "silent" restenosis and long-term follow-up after successful angioplasty in single vessel coronary artery disease : the value of quantitative exercise electrocardiography and quantitative angiography.

J Am Coll Cardiol 1990; 16 : 578-585

32-LABLANCHE J. M., MAGY J. M., PRUVOST P., FOURRIER J. L., GOMMEAU A., BERTRAND M. E.

Valeur prédictive du sous décalage de ST à l'effort dans le diagnostic de resténose après angioplastie coronaire.

Arch Mal Coeur 1989; 82 : 871-5

33-LEFKOWITZ C. A., ROSS B. L., SCHWARTZ L.

Superiority of tomographic thallium imaging for the detection of restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty.

J Am coll Cardiol 1988; 13 : 161A

34-LEVINE S., EWELS C., ROSING D., KENT K.

Coronary angioplasty : clinical and angiographic follow-up.

Am J cardiol 1985; 55 : 673-676

35-MARK D. B., SHAW L., HARREL F. E., HLATKY M. A., LEE K. L.,  
BENGSTON J. R., MAC CANTS C. B., CALLIFF R. M., PRYOR D. B.

Pronostic value of a treadmill test exercise score in outpatients  
with a suspected coronary artery disease.

N Engl J Med 1991; 325 : 849-53

36-MARWICK T. H., NEMEC J. J., PASHKOW F. J., STEWART W. J., SALCEDO  
E. E.

Accuracy and limitations of exercise echocardiography in a  
routine clinical setting.

J Am Coll Cardiol 1992; 74-81

37-MAURER G., NANDA N. C.

Two dimensional echocardiographic evaluation of exercise-  
induced left and right ventricular asynergy : correlation with  
thallium scanning.

Am J Cardiol 1981; 48 : 720

38-PIRELLI S., DANZI G. B., ALBERTI A., MASSA D., PICCALO G., FELETRA  
F., PICANO E., CAMPOLO L., DE VITA C.

Comparison of usefulness of high-dose dipyridamole

echocardiography and exercise electrocardiography for detection of asymptomatic restenosis after coronary angioplasty.

Am J Cardiol 1991; 67 :1335-1338

39-POZZOLI M. M. A., FIORRETI P. M., SALUSTRI A., REIJS A. E. M., ROELANDT J. R. T. C.

Exercise echocardiography and technitium-99m MIBI single-photon emission computed tomography in the detection of coronary artery disease.

Am J Cardiol 1991; 67 :350-355

40-ROBERTSON W. S., FEIGENBAUM H., ARMSTRONG W. F., DILLON J.C., O' DONNELL J., MAC HENRY P. W.

Exercise echocardiography : a clinically practical addition in the evaluation of coronary artery disease.

J Am Coll Cardiol 1983; 2 : 1085

41- ROSING D. R., VAN RADEN M. J., MINCEMOYER R. M., BONOW R. O., BOURRASSA M. G., DAVID P. R., EWELS C. J., DETRE K. M., KENT K. M.

Exercise electrocardiographic and functional responses after percutaneous transluminal coronary angioplasty.

Am J Cardiol 1984; 53 :36C-41C

42-RYAN T., FEIGENBAUM H.

Exercise echocardiography.

Am J Cardiol 1992; 69 : 82H-89H

43-SAWADA S. G., RYAN T., FINEBERG N. S., ARMSTRONG A., JUDSON W.,  
MAC HENRY P. L., FEIGENBAUM H.

Exercise echocardiographic detection of coronary artery disease  
in women.

J Am Coll Cardiol 1989; 14 : 1440-1447

44-SAWADA S. G., RYAN T., CONLEY M. J., CORYA B. C., FEIGENBAUM H.,  
ARMSTRONG W. F.

Prognostic value of a normal exercise echocardiogram.

Am Heart J 1990; 120 : 49-55

45-SCHOLL J. M., CHAITMAN B. R., DAVID P. R., DUPRAS G., BREVERS G.,  
VAL P. G., CREPEAU J., LESPERANCE J., BOURRASSA M.G.

Exercise electrocardiography and myocardial scintigraphy in the  
serial evaluation of the result of percutaneous transluminal  
coronary angioplasty.

Circulation 1982; 66 :380-390

46-SCHROEDER E., MARCHANDISE B., DE COSTER P., BRICHANT C., MITRI K.,  
PIETERS D., KRÉMER R.

Detection of restenosis after coronary angioplasty for single-  
vessel disease : How reliable are exercise electrocardiography  
and scintigraphy in asymptomatic patients ?

Europ Heart J 1989; 10 (supplement G): 18-21

47-SHEIK K. H., BENGSTON J. R., HELMY S., JUAREZ C., BURGEZ R., BASHORE

T. M., KISSLO J.

Relation of quantitative coronary lesion measurements to the development of exercise-induced ischemia assessed by exercise echocardiography.

J Am Coll Cardiol 1990; 15 : 1043-51

48-SIMONTON C. A., MARK D. B., HINOHARA T., RENDALL D. S., PHILLIPS H. R., PETER R. H., BEHAR V. S., KONG Y., O' CALLAGHAN W. G., O' CONNOR C. M.

Late restenosis after emergent coronary angioplasty for acute myocardial infarction : comparison with elective coronary angioplasty.

J Am Coll Cardiol 1988; 11 : 698-705

49- WEST S. R., VASEY C. G., ARMSTRONG W. F.

Comparison of continuous loop exercise echocardiography and thallium scintigraphy for detection of coronary artery disease (abstr.).

Circulation 1985; 72 : III-58

50-Working group of ergometry

Recommendations and standard guideline for exercise testing : a report of the task force conference on ergometry.

Eur Heart J 1988; 9 (suppl. k),1

51-ZAIDI A., R., HOLLMAN J., GALAN K., BELARDI J., FRANCO I., SIMPFENDORFER C. C.

Predictive value of chest discomfort for restenosis following  
successful coronary angioplasty.

Circulation 1985; 72 (suppl. III) : 456

# TABLE DES MATIERES

## TABLE DES MATIERES

<b>PLAN</b>	p 10
<b>INTRODUCTION</b>	p 12
<b>RÉALISATION ET VALEUR DIAGNOSTIQUE DE L'ÉCHOCARDIOGRAPHIE D'EFFORT DANS LA MALADIE CORONAIRE</b>	p 15
<b>1.Introduction</b>	p 16
<b>2.Technique de l'échocardiographie d'effort</b>	p 17
2.1.Différents modes d'exercice	p 17
2.2.Recueil de l'image	p 18
2.2.1.Incidences	p 18
2.2.2.Numérisation	p 18
<b>3.Interprétation de l'échocardiographie d'effort</b>	p 19
3.1.Critères de positivité	p 19
3.2.Valeur localisatrice	p 19
<b>4.Valeur diagnostique</b>	p 20
4.1.Sensibilité et spécificité	p 20
4.2.Comparaison avec l'électrocardiogramme d'effort	p 21

4.3.Comparaison avec les méthodes isotopiques	p 21
<b>DÉTECTION DE LA RESTÉNOSE PAR DES MÉTHODES NON INVASIVES</b>	p 23
1.La symptomatologie clinique	p 24
2.L'électrocardiogramme d'effort	p 25
3.La scintigraphie myocardique au thallium 201	p 26
4.Les nouvelles méthodes de détection de la resténose	p 27
<b>MATERIEL ET MÉTHODE</b>	p 29
1.Population	p 30
2.L'électrocardiogramme d'effort	p 31
3.L'échocardiographie d'effort	p 32
3.1.Échocardiographie	p 32
3.2.Numérisation	p 33
3.3.Interprétation	p 33

<b>4.La coronarographie</b>	<b>p 34</b>
<b>5.Analyse statistique</b>	<b>p 35</b>
<b>RESULTATS</b>	<b>p 36</b>
<b>1.Données coronarographiques</b>	<b>p 37</b>
<b>2.Données cliniques</b>	<b>p 38</b>
<b>3.Données ergométriques et électrocardiographiques</b>	<b>p 38</b>
3.1.Niveau d'effort	p 38
3.2.Valeur diagnostique de l'électrocardiogramme d'effort	p 39
<b>4.Données échocardiographiques</b>	<b>p 40</b>
<b>5.Conjugaison des données électrocardiographiques et échocardiographiques</b>	<b>p 43</b>
<b>DISCUSSION</b>	<b>p 45</b>
<b>1.Valeur diagnostique de l'échocardiographie d'effort</b>	<b>p 46</b>
1.1.Qualité technique de l'échocardiographie d'effort	p 46

1.2.Comparaison avec les données bibliographiques	p 47
1.3.Spécificité de la méthode	p 48
1.4.Valeur localisatrice de l'examen	p 49
1.5.Sensibilité de la méthode	p 49
1.6.Attitude à adopter en cas d'examen négatif	p 52
<b>2.Limites de l'étude</b>	p 53
2.1.Patients exclus	p 53
2.2.Absence de comparaison entre l'échocardiographie d'effort et la scintigraphie myocardique	p 53
2.3.Faible valeur prédictive des données cliniques	p 54
2.4.Effectif de la population	p 55
<b>CONCLUSION</b>	p 56
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	p 58
<b>TABLE DES MATIERES</b>	p 71
<b>SERMENT D'HIPPOCRATE</b>	p 76

SERMENT D'HIPPOCRATE

---

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, 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 à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne 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 les crimes.

Reconnaissant envers mes maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères et s'ils devaient entreprendre la Médecine ou recourir à mes soins, je les instruirai et les soignerai sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné à jamais de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole, et que je me parjure, puissè-je avoir un sort contraire.

BON A IMPRIMER N° 47

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

Vu, le Doyen de la Faculté

VU et PERMIS D'IMPRIMER  
LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ

## RÉSUMÉ

Le diagnostic de resténose après angioplastie coronaire trans-luminale n'est pas toujours aisé. Ainsi, par exemple, l'électrocardiogramme d'effort, souffre de quelques insuffisances.

Peu d'études ont été consacrées à la détection de la resténose par échocardiographie d'effort. C'est le but de ce travail, qui porte sur 40 malades ayant bénéficié d'une angioplastie coronaire avec succès primaire, suivi d'un contrôle coronarographique systématique, effectué à distance, à la recherche d'une resténose.

Six patients (15%) ont été exclus d'emblée, en raison d'une mauvaise qualité technique échocardiographique, en pré ou en post effort.

Les chiffres de sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive et valeur prédictive négative de la méthode sont les suivants : 67 %, 95 %, 91 %, 78 % (ou : 100%, 91 %, 100 %, 91 %; si on exclut les épreuves d'effort, sous maximales, sans positivité échocardiographique).

Ces résultats sont à comparer avec ceux de l'électrocardiogramme d'effort : 60 %, 79 %, 69 %, 71 % (ou : 75 %, 67 %, 69 %, 73 %; en cas d'exclusion des épreuves sous maximales, sans signes de positivité électrocardiographique).

Ainsi, en concordance avec les rares études portant sur ce sujet, une échocardiographie d'effort semble augmenter les performances diagnostiques de l'épreuve d'effort conventionnelle.

D'autres études, tant diagnostiques que surtout pronostiques, sont nécessaires pour discuter de l'opportunité d'un contrôle coronarographique systématique en cas d'échocardiographie négative pour un bon niveau d'effort.

### MOTS CLES :

- Épreuve d'effort
- Échocardiographie d'effort
- Maladie coronarienne
- Angioplastie coronaire
- Resténose